

PCT

世界知的所有権機関  
国際事務局

## 特許協力条約に基づいて公開された国際出願



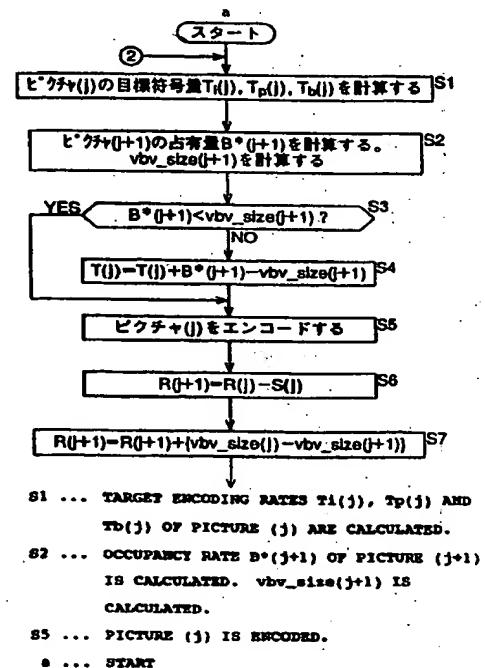
(51) 国際特許分類6 H04N 7/26	A1	(11) 国際公開番号 WO99/30504
		(43) 国際公開日 1999年6月17日(17.06.99)
(21) 国際出願番号 PCT/JP98/05552		(81) 指定国 GB, US.
(22) 国際出願日 1998年12月8日(08.12.98)		添付公開書類 国際調査報告書
(30) 優先権データ 特願平9/336694 1997年12月8日(08.12.97) JP		
(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) ソニー株式会社(SONY CORPORATION)[JP/JP] 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 Tokyo, (JP)		
(72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 三原寛司(MIHARA, Kanji)[JP/JP] 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo, (JP)		
(74) 代理人 弁理士 小池 晃, 外(KOIKE, Akira et al.) 〒105-0001 東京都港区虎ノ門二丁目6番4号 第11森ビル Tokyo, (JP)		

(54)Title: ENCODER AND ENCODING METHOD

(54)発明の名称 符号化装置及び方法

## (57) Abstract

The upper limit of the usage range of a VBV buffer is determined in accordance with the predetermined delay time of the VBV buffer and a designated bit rate. The target bit rate of a picture (j) and the data occupancy rate of the VBV when a picture (j+1) is encoded are calculated. The target bit rate  $T(j)$  for encoding the picture (j) is corrected so as to allow the data occupancy rate of the VBV for the picture (j+1) to always fall within the limited range. By this process, even if an encoded bit rate is set low, the delay caused by the VBV buffer exceeding a predetermined delay time does not exceed a prescribed delay time. With this constitution, an MPEG encoder suitable for the live broadcast, etc. which involves a delay time problem can be realized.



(57)要約

予め設定されたVBVバッファの遅延時間と指定されたビットレートから、VBVバッファの使用範囲の上限を決定する。ピクチャ(j)の目標ビット量と、ピクチャ(j+1)を符号化したときのVBVのデータ占有量とを演算し、ピクチャ(j+1)のVBVのデータ占有量が常にこの制限された範囲内に入るように、ピクチャ(j)を符号化するための目標ビット量T(j)を補正する。このようにすることによって、符号化ビットレートを低レートに設定したとしても、所定遅延時間以上のVBVバッファによる遅延が規定遅延時間以上にならない。これによって、遅延時間の問題となるライブ放送等に適したMPEGエンコーダを実現することができる。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE アラブ首長国連邦	ES スペイン	LI リヒテンシュタイン	SG シンガポール
AL アルバニア	FI フィンランド	LK スリランカ	SI スロヴェニア
AM アルメニア	FR フランス	LR リベリア	SK スロヴァキア
AT オーストリア	GA ガボン	LS レソト	SL シエラ・レオネ
AU オーストラリア	GB 英国	LT リトアニア	SN セネガル
AZ アゼルバイジャン	GD グレナダ	LU ルクセンブルグ	SZ スウェーデン
BA ボスニア・ヘルツェゴビナ	GE グルジア	LV ラトヴィア	TD チャード
BH バルバドス	GH ガーナ	MC モナコ	TG トーゴー
BE ベルギー	GM ガンビア	MD モルドバ	TJ タジキスタン
BF ブルキナ・ファソ	GN ギニア	MG マダガスカル	TM トルクメニスタン
BG ブルガリア	GW ギニア・ビサオ	MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TR トルコ
BJ ベナン	GR ギリシャ	共和国	TT トリニダッド・トバゴ
BR ブラジル	HR クロアチア	ML マリ	UA ウクライナ
BY ベラルーシ	HU ハンガリー	MN モンゴル	UG ウガンダ
CA カナダ	ID インドネシア	MR モーリタニア	US 米国
CF 中央アフリカ	IE アイルランド	MW マラウイ	UZ ウズベキスタン
CG コンゴー	IL イスラエル	MX メキシコ	VN ヴィエトナム
CH スイス	IN インド	NE ニジエール	YU ユーロースラビア
CI コートジボアール	IS アイスランド	NL オランダ	ZA 南アフリカ共和国
CM カメルーン	IT イタリア	NO ノールウェー	ZW ジンバブエ
CN 中国	JP 日本	NZ ニュージーランド	
CU キューバ	KE ケニア	PL ポーランド	
CY キプロス	KG キルギスタン	PT ポルトガル	
CZ チェコ	KP 北朝鮮	RO ルーマニア	
DE ドイツ	KR 韓国	RU ロシア	
DK デンマーク	KZ カザフスタン	SD スーダン	
EE エストニア	LC セントルシア	SE スウェーデン	

## 明細書

## 符号化装置及び方法

## 技術分野

本発明は、符号化装置及び方法に関し、例えばMPEG (Moving Picture Experts Group) の手法により符号化処理した画像データを多重化して伝送する場合において、低いビットレートが設定されたとしても、VBV (Video Buffering Verifier) バッファにおける遅延時間を短く維持することができるようにして、もって、放送など、リアルタイムでの処理を可能にする符号化装置及び方法に関する。

## 背景技術

衛星放送に代表されるディジタル放送においては、例えばMPEG (Moving Picture Experts Group) の手法によりデータ圧縮符号化された複数のプログラムが、統計多重の手法により、その伝送レートが動的に変化されて多重化伝送される。これにより、限られた伝送レートを有効に利用して、全体として高画質のプログラムが伝送できる。

すなわち、図1に示すように、固定レートにより例えば3つのプログラムを多重化する場合、各プログラムは、事前に設定された一定のレートにより伝送される。ここで各プログラムに割り当てられ

る伝送レートは、各プログラムにおいて、伝送レートを低減した際に、最も画質劣化が知覚され易い箇所でも、所定の画質が維持されるように割り当てられる。従って、この固定レートによる多重化においては、画質劣化が知覚困難な部分に、必要以上のレートが割り当てられることになる。

これに対して、図2に示したような統計多重の手法においては、例えば4つのプログラムを多重化する場合、複数のプログラムの、画質劣化が知覚され易い箇所は同時に発生し難いことを利用して、各プログラムの伝送レートが動的に変化される。これにより、画質の劣化が知覚困難な部分に必要以上にレートを割り当てる必要がなくなり、その分のレートを、他のプログラムに振り分けることにより、全体として、画質を劣化させることなく、伝送効率を向上させることができる。

ところでこのように統計多重によりビットレートを変更して種々のプログラムを伝送する場合、デコーダ（画像復号装置）側で連続する映像を途切れることなく（以下シームレースと称する）デコードできるようにするために、エンコーダ（画像符号化装置）側で、ビットレートを制御する必要がある。すなわち画像復号装置側の、伝送されてきたデータを一時的に保持する所謂V B V（Video Buffering Verifier）バッファが、オーバーフローしたり、アンダーフローしないように、エンコーダには、可能的なV B Vバッファが設けられており、この仮想的なV B Vバッファがアンダーフロー又はオーバーフローしないように、ビットレートを制御する必要がある。

特に、放送または通信などのアプリケーションにおいては、DVD（Digital Versatile Disk）のような蓄積メディアの場合と違って、

ビットストリームの読み出しを、デコーダ側では制御できないので、画像符号化装置側において、仮想VBVバッファのデータ量を制御する必要がある。

例えば、図3に示すような、画像符号化装置81より出力されるビットストリームを、出力バッファ82を介して伝送路へ伝送し、入力バッファ83を介して画像復号装置84によりデコードするデジタル放送システムにおいて、シームレスなビットレートの変更を可能にするには、画像符号化装置81がエンコードしたデータを出力バッファ82に書き込んだ後、画像復号装置84が対応するデータを入力バッファ83から読み出すまでの遅延時間 $\tau$ が、ビットレートに拘らず、常に一定になるようにすればよい。このように、ビットレートを制御すれば、VBVバッファとしての入力バッファ83には、常に一定のトランスポートストリームデータが保持される。従って、入力バッファ83がオーバーフローしたり、アンダーフローすることを防止することができ、シームレスにビットレートを制御することができる。

VBVバッファによる遅延時間は、トランスポートストリームのビットレートが最低のビットレート $\text{min\_bit\_rate}$ のときに最も大きくなり、その値は、 $\text{vbv\_size}(0)/\text{min\_bit\_rate}$ となる。なお、ここで $\text{vbv\_size}(0)$ は、VBVバッファの容量である。従って、図3の遅延時間 $\tau$ のうちの最小の遅延時間 $\tau_{\min}$ は、このVBVバッファの遅延時間 $\text{vbv\_size}(0)/\text{min\_bit\_rate}$ に、固定値である回線遅延時間 $t_d$ を加えた、次式により表される。

$$\tau_{\min} = \text{vbv\_size}(0)/\text{min\_bit\_rate} + t_d$$

トランスポートストリームのビットレート $\text{bit\_rate}$ が最低ビット

レート  $\min\_bit\_rate$  よりも大きい場合、遅延時間  $\tau$  は、遅延時間  $\tau_{\min}$  より小さくなるが、このとき、FIFO (First In First Out) などを使ってデータを遅延させることにより、遅延時間  $\tau$  を、遅延時間  $\tau_{\min}$  と一致させる（すなわち、遅延時間  $\tau$  を一定にする）ことができる。

上記式から明らかなように、この遅延時間  $\tau_{\min}$  は、最低ビットレート  $\min\_bit\_rate$  が小さくなるほど大きくなる。例えば、MPEG-2のMP@ML（この場合、VBVバッファの容量は、約 1.8 [Mbit] となる）において、上記式の第1項の VBVバッファの遅延時間 ( $vbv\_size(0) / \min\_bit\_rate$ ) は、最低ビットレート  $\min\_bit\_rate$  を 3.0 [Mbps] に設定すると、0.6 [sec] (= 1.8 [Mbit] / 3.0 [Mbit/sec]) になり、最低ビットレート  $\min\_bit\_rate$  を 0.5 [Mbps] とすると、3.6 [sec] (= 1.8 [Mbit] / 0.5 [Mbit/sec]) となる。

このようにして得られる VBVバッファの遅延時間  $vbv\_size(0) / \min\_bit\_rate$  に、回線（伝送路）による遅延時間  $t_d$ 、エンコードとデコード自体にかかる遅延時間を加算し、映像信号が画像符号化装置に入力されてから、画像復号装置から復号されて出力されるまでの全体の遅延時間を具体的に計算すると、4秒乃至5秒になる。

このような大きな遅延時間は、例えば放送された内容をモニタにより確認しながら受け答えするような生放送等においては、違和感が生じ、大きな障害となることから、この種の遅延時間  $\tau$  は、できるだけ短いことが望まれる。

この遅延時間  $\tau$  を短くする方法として、最低ビットレート  $\min\_bit\_rate$  の値を大きな値に設定し、この最低ビットレート  $\min\_bit\_r$

ate 以上の伝送速度によりトランSPORTストリームを伝送する方法が考えられる。しかしながら、このようにすると、トランSPORTストリームの伝送速度を速くしなければならず、実質的に、ビットレートを動的に変化させることができる範囲が狭くなり、全体として画質を向上させる統計多重の利点を充分に生かし切れなくなる。

### 発明の開示

本発明はこのような状況に鑑みてなされたもので、低いビットレートが低設定されたとしてもVBVバッファによる遅延時間を短く維持することができ、もって、統計多重の利点を生かして、全体として画質を向上させることができるようとするものである。

具体的には、本発明の符号化装置は、指定ビットレートに基いて、各ピクチャに対して割り当てられる目標ビット量をそれぞれ演算する制御手段と、制御手段によって制御された目標ビット量に基いて、符号化対象ピクチャを符号化する符号化手段と、符号化手段から出力されるビットストリームのビット量を検証するための仮想バッファ手段とを備え、制御手段は、符号化対象ピクチャを符号化する場合に、指定ビットレートが第1のビットレートから第2のビットレートに変更されたときには、第2のビットレートに応じて仮想バッファの使用可能範囲を規定すると共に、符号化手段から出力されるビットストリームのデータ占有量が使用可能範囲内になるように、符号化手段に供給される目標ビット量を制御することを特徴とする。

本発明の符号化装置は、指定ビットレートに基いて、各ピクチャに対して割り当てられる目標ビット量をそれぞれ演算する制御手段

と、制御手段によって制御された目標ビット量に基いて、符号化対象ピクチャを符号化する符号化手段と、符号化手段から出力されるビットストリームのビット量を検証するための仮想バッファ手段とを備え、制御手段は、仮想バッファの遅延量が予め設定された規定遅延時間以上にならないように、該規定遅延時間と指定ビットレートに応じて仮想バッファの使用可能範囲を規定すると共に、符号化手段から出力されるビットストリームのデータ占有量が使用可能範囲内になるように、符号化手段を制御することを特徴とする。

本発明の符号化装置は、指定ビットレートに基いて、各ピクチャに対して割り当てられる目標ビット量をそれぞれ演算する制御手段と、制御手段によって制御された目標ビット量に基いて、符号化対象ピクチャを符号化する符号化手段と、符号化手段から出力されるビットストリームのビット量を検証するための仮想バッファ手段とを備え、制御手段は、指定ビットレートが、仮想バッファのサイズと予め設定された規定遅延時間によって定義される規定ビットレート以下に変更された場合には、変更された指定ビットレートに応じて仮想バッファの使用可能範囲を規定すると共に、符号化手段から出力されるビットストリームのデータ占有量が使用可能範囲内に制限されるように、符号化手段を制御することを特徴とする。

本発明の符号化方法は、指定ビットレートに基いて、各ピクチャに対して割り当てられる目標ビット量をそれぞれ演算する制御工程と、制御工程によって制御された目標ビット量に基いて、符号化対象ピクチャを符号化する符号化工程と、符号化工程から出力されるビットストリームのビット量を検証するための仮想バッファ工程とを備え、制御工程において、符号化対象ピクチャを符号化する場合

に指定ビットレートが第1のビットレートから第2のビットレートに変更されたときには、第2のビットレートに応じて仮想バッファの使用可能範囲を規定すると共に、符号化工程から出力されるビットストリームのデータ占有量が使用可能範囲内になるように、符号化工程に供給される目標ビット量を制御することを特徴とする。

本発明の符号化方法は、指定ビットレートに基いて、各ピクチャに対して割り当てられる目標ビット量をそれぞれ演算する制御工程と、制御工程によって制御された目標ビット量に基いて、符号化対象ピクチャを符号化する符号化工程と、符号化工程から出力されるビットストリームのビット量を検証するための仮想バッファ工程とを備え、制御工程において、仮想バッファの遅延量が予め設定された規定遅延時間以上にならないように、該規定遅延時間と指定ビットレートに応じて仮想バッファの使用可能範囲を規定すると共に、符号化工程から出力されるビットストリームのデータ占有量が使用可能範囲内になるように、符号化工程を制御することを特徴とする。

本発明の符号化方法は、指定ビットレートに基いて、各ピクチャに対して割り当てられる目標ビット量をそれぞれ演算する制御工程と、制御工程によって制御された目標ビット量に基いて、符号化対象ピクチャを符号化する符号化工程と、符号化工程から出力されるビットストリームのビット量を検証するための仮想バッファ工程とを備え、制御工程において、指定ビットレートが、仮想バッファのサイズと予め設定された規定遅延時間によって定義される規定ビットレート以下に変更された場合には、変更された指定ビットレートに応じて仮想バッファの使用可能範囲を規定すると共に、符号化工程から出力されるビットストリームのデータ占有量が使用可能範囲

内に制限されるように、符号化工程を制御することを特徴とする。

本発明の符号化装置においては、符号化対象ピクチャを符号化する場合、指定ビットレートが第1のビットレートから第2のビットレートに変更されたとき、第2のビットレートに応じて仮想バッファの使用可能範囲が規定され、ビットストリームのデータ占有量が使用可能範囲内になるように、目標ビット量が制御される。

本発明の符号化装置においては、仮想バッファの遅延量が予め設定された規定遅延時間以上にならないように、規定遅延時間と指定ビットレートに応じて仮想バッファの使用可能範囲が規定されると共に、ビットストリームのデータ占有量が使用可能範囲内になるように、符号化手段が制御される。

本発明の符号化装置においては、指定ビットレートが、仮想バッファのサイズと予め設定された規定遅延時間によって定義される規定ビットレート以下に変更された場合、変更された指定ビットレートに応じて仮想バッファの使用可能範囲が規定されると共に、ビットストリームのデータ占有量が使用可能範囲内に制限されるように、符号化手段が制御される。

本発明の符号化方法においては、指定ビットレートが第1のビットレートから第2のビットレートに変更された場合、第2のビットレートに応じて仮想バッファの使用可能範囲が規定されると共に、ビットストリームのデータ占有量が使用可能範囲内になるように、目標ビット量が制御される。

本発明の符号化方法においては、仮想バッファの遅延量が予め設定された規定遅延時間以上にならないように、規定遅延時間と指定ビットレートに応じて仮想バッファの使用可能範囲が規定されると

と共に、ビットストリームのデータ占有量が使用可能範囲内になるよう、符号化工程が制御される。

本発明の符号化方法においては、指定ビットレートが、仮想バッファのサイズと予め設定された規定遅延時間によって定義される規定ビットレート以下に変更された場合、変更された指定ビットレートに応じて仮想バッファの使用可能範囲が規定されると共に、ビットストリームのデータ占有量が使用可能範囲内に制限されるように、符号化工程が制御される。

#### 図面の簡単な説明

図1は、固定レートによる多重化を説明する図である。

図2は、統計多重による多重化を説明する図である。

図3は、従来のデジタル放送システムの構成例を示すブロック図である。

図4は、本発明を適用した画像多重化システムの構成例を示すブロック図である。

図5は、図4の画像符号化装置2-1の構成例を示すブロック図である。

図6は、図5の画像符号化装置2-1の動作を説明するフローチャートである。

図7は、図5の画像符号化装置2-1の動作を説明するフローチャートである。

図8は、V-B-Vバッファの容量の変化を説明する図である。

図9は、V-B-Vバッファの容量の変化を説明する図である。

図10は、VBVバッファの容量の変化を説明する図である。

図11は、VBVバッファの容量の変化を説明する図である。

図12は、VBVバッファの容量の変化を説明する図である。

図13は、VBVバッファの容量の変化を説明する図である。

図14は、符号量Rの変化を説明する図である。

図15は、GOPの途中でビットレートを変更した場合の符号量Rの変化を説明する図である。図16は、図7のステップS1.1の値eの機能を説明する図である。

図17は、本発明を適用した画像多重化システムの他の構成例を示すブロック図である。

図18は、図17の画像符号化装置2-1の構成例を示すブロック図である。

図19は、図18の画像符号化装置2-1の動作を説明するフローチャートである。図20は、図18の画像符号化装置2-1の動作を説明するフローチャートである。

図21は、符号量R'の変化を説明する図である。

図22は、符号量Gの変化を説明する図である。

図23は、GOPの途中においてビットレートを変更した場合における符号量R'の変化を説明する図である。

図24は、GOPの途中においてビットレートを変更した場合における符号量Gの変化を説明する図である。

図25は、図20のステップS4.6, S4.7における補正値eの機能を説明する図である。

図26は、符号量Rの逆転現象を説明する図である。

図27は、符号量Rの逆転現象の原因を説明する図である。

図28は、符号量Rの逆転現象を抑制する原理を説明する図である。

### 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。図4は、本発明を適用した画像多重化システム1の構成例を表す。画像多重化システム1は、それぞれ、本発明における番組データとしてのプログラム $P_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) を入力し、圧縮符号化する複数の画像符号化装置 $2-i$ と、各画像符号化装置 $2-i$ に対してフィードバック型のビットレート制御を行うコントローラ3と、各画像符号化装置 $2-i$ よりそれぞれ出力される圧縮符号化データ $s_{t,i}$ を多重化して、伝送路に対して画像データ $S_m$ を出力する多重化装置4とを備えている。画像符号化装置 $2-i$ は、プログラム $P_i$ の複雑さ（グローバルコンプレクシティ） $C_i$ を求め、コントローラ3に出力している。コントローラ3は、各画像符号化装置 $2-i$ からのグローバルコンプレクシティ $C_i$ に基づいて、統計多重により、各画像符号化装置 $2-i$ のビットレート $bit\_rate\#i$ を決定し、各画像符号化装置 $2-i$ に出力している。

画像多重化システム1は、伝送システムとして用いられる場合には、多重化装置4より出力される画像データ $S_m$ を、伝送用データとして伝送路に対して出力する。また、画像多重化システム1は、放送システムとして用いられる場合には、多重化装置4より出力される画像データ $S_m$ を、放送用データとして、放送用の伝送路を介して受信装置側に送信する。

図5は、図4における画像符号化装置2-1（図示は省略するが、画像符号化装置2-2乃至2-nも同様に構成される）の詳細な構成を示すブロック図である。この図に示したように、画像符号化装置2-1は、プログラムP1を入力し、符号化する順番に従ってピクチャ（Iピクチャ、Pピクチャ、Bピクチャ）の順番を並べ替える画像並べ替え回路11と、この画像並べ替え回路11の出力データを入力し、フレーム構造かフィールド構造かを判別し、判別結果に応じた走査変換を行うとともに、 $16 \times 16$ 画素のマクロブロック化を行う走査変換マクロブロック化回路12を備える。動き検出回路21は、走査変換マクロブロック化回路12の出力データに基づいて、圧縮符号化の対象となるピクチャにおいて注目マクロブロックを探すとともに、参照されるピクチャにおいて、注目マクロブロックとの間の画素値の差分の絶対値和あるいは自乗和が最小となるマクロブロック（予測マクロブロック）を探して、それらから、動きベクトルMVを検出して動き補償回路22に送る。

減算回路13は、走査変換マクロブロック化回路12の出力から、動き補償回路22が動き検出回路21からの動きベクトルMVに基づいて生成した予測画像データ（予測マクロブロック）を減算し、DCT（Discrete Cosine Transform）回路14に出力する。DCT回路14は、入力されたデータをDCT変換し、量子化回路15に出力する。量子化回路15は、DCT回路14より入力されたデータを、レートコントローラ23の量子化スケールコード決定回路33が出力する量子化スケールコードQ1に基づいて量子化し、可変長符号化回路16と、逆量子化回路18に出力している。

可変長符号化回路16は、量子化回路15より入力されたデータ

を可変長符号化し、バッファメモリ 17 を介して多重化装置 4 に出力する。バッファメモリ 17 の使用可能な容量は、コントローラ 24 により制御される。

逆量子化回路 18 は、量子化回路 15 より供給されたデータを逆量子化し、逆DCT回路 19 に出力する。逆DCT回路 19 は、逆量子化回路 18 より供給されたデータを逆DCT変換し、加算回路 20 に出力している。加算回路 20 は、動き補償回路 22 より出力された予測画像データと、逆DCT回路 19 より出力されたデータとを加算し、加算して得られたもとの画像データ（局部的に復号された画像データ）を動き補償回路 22 に出力し、内蔵するフレームメモリに記憶させる。

レートコントローラ 23 は、図 4 のコントローラ 3 からの信号 bit\_rate#1 と、バッファメモリ 17 からの発生符号量 S1 に基づいて量子化スケールコード Q1 を生成し、量子化回路 15 に出力している。このため、レートコントローラ 23 の複雑さ計算回路 31 は、次式に従ってグローバルコンプレクシティ (global complexity) C1 (次式では、X<sub>i</sub>, X<sub>p</sub>, X<sub>b</sub> として表されている) を算出する。このグローバルコンプレクシティ C1 は、画像の絵柄の複雑さを示すデータであり、次式に示すように、圧縮映像データの発生符号量 (データ量) S1 (バッファメモリ 17 より供給される) と、量子化スケールコード Q1 (量子化スケールコード決定回路 33 より供給される) とを乗算して得られる値である。

$$X_i = S_i \times Q_i \quad \dots \quad (1)$$

$$X_p = S_p \times Q_p \quad \dots \quad (2)$$

$$X_b = S_b \times Q_b \quad \dots \quad (3)$$

なお、上記式において、 $X_i$ 、 $X_p$ 、 $X_b$ は、それぞれ、Iピクチャ、Pピクチャ、またはBピクチャのグローバルコンプレクシティ $C_1$ を表し、 $S_i$ 、 $S_p$ 、 $S_b$ は、それぞれIピクチャ、Pピクチャ、またはBピクチャを可変長符号化回路16で符号化した際の発生符号量 $S_1$ を表し、 $Q_i$ 、 $Q_p$ 、 $Q_b$ は、それぞれIピクチャ、Pピクチャ、またはBピクチャを生成する際の量子化スケールコード $Q_1$ を表す。

このグローバルコンプレクシティ $C_1$ は、図17と図18を参照して後述するフィードフォワード型のビットレート制御システムにおいて用いられる符号化難易度 $D_1$ とは必ずしも一致しないが、量子化スケールコード $Q_1$ が極端に大きかったり小さかったりしない限り、符号化難易度 $D_1$ とほぼ一致する。

複雑さ計算回路31は、以上のようにして、式(1)乃至式(3)に基づいて演算により求めたコンプレクシティ $C_1$ ( $X_i$ 、 $X_p$ 、 $X_b$ )を、図4のコントローラ3に出力し、また、発生符号量 $S_1$ ( $S_i$ 、 $S_p$ 、 $S_b$ )とともに、目標ビット量設定回路32に出力する。目標ビット量設定回路32は、コントローラ3より供給される信号bit\_rate#1、複雑さ計算回路31より供給されるコンプレクシティ $C_1$ ( $X_i$ 、 $X_p$ 、 $X_b$ )、並びに発生符号量 $S_1$ ( $S_i$ 、 $S_p$ 、 $S_b$ )に基づいて、目標ビット量 $T_1$ を設定し、設定した目標ビット量 $T_1$ を量子化スケールコード決定回路33に出力する。量子化スケールコード決定回路33は、入力された目標ビット量 $T_1$ に対応して量子化スケールコード $Q_1$ を決定し、量子化回路15と複雑さ計算回路31に出力している。

次に、図4に示した画像多重化システム1の動作について説明す

る。この画像多重化システム1では、各プログラム $P_i$ は、それぞれ、各画像符号化装置 $2-i$ によって符号化される。画像符号化装置 $2-i$ は、プログラム $P_i$ について、既に符号化した画像の複雑さを表すグローバルコンプレクシティ $C_i$ を演算し、コントローラ3に出力する。コントローラ3は、統計多重の手法を用いて、入力された各グローバルコンプレクシティ $C_i$ に基づいて、各プログラム $P_i$ に対する単位時間当たりの目標発生符号量である目標符号レートとしての目標ビットレート $bit\_rate\#i$ を決定し、各画像符号化装置 $2-i$ に対して出力する。画像符号化装置 $2-i$ は、入力された目標ビットレート $bit\_rate\#i$ に基づいて、プログラム $P_i$ を圧縮符号化し、圧縮符号化データ $s\_t\_i$ を多重化装置4に出力する。多重化装置4は、入力された各圧縮符号化データ $s\_t\_i$ を多重化して、出力用の画像データ $S_m$ を生成し、伝送路に対して出力する。

次に、図5に示した画像符号化装置 $2-1$ の基本的な動作について説明する。まず、プログラム $P_1$ は、画像符号化装置 $2-1$ の画像並べ替え回路1-1によって、符号化する順番に従ってピクチャ（Iピクチャ、Pピクチャ、Bピクチャ）の順番が並べ替えられる。次に、走査変換マクロブロック化回路1-2は、そのピクチャがフレーム構造かフィールド構造かを判別し、判別結果に応じた走査変換およびマクロブロック化を行う。走査変換マクロブロック化回路1-2の出力データは、動き検出回路2-1と減算回路1-3に送られる。

入力されたピクチャがIピクチャの場合には、減算回路1-3において予測画像データとの差分をとることなく、走査変換マクロブロック化回路1-2の出力データがそのままDCT回路1-4に入力され、DCT係数に変換される。DCT係数は、量子化スケールコード決定回路

3 3 で決定された量子化スケールコード Q 1 に基づいて量子化回路 1 5 によって量子化された後、可変長符号化回路 1 6 によって可変長符号化される。可変長符号化回路 1 6 の出力データは、バッファメモリ 1 7 によって一旦保持された後、ビットストリームからなる圧縮符号化データ S t 1 として、多重化装置 4 に出力される。

また、逆量子化回路 1 8 は量子化回路 1 5 の出力データを逆量子化する。逆DCT回路 1 9 は逆量子化回路 1 8 の出力データに対して逆DCTを行い、加算回路 2 0 を介して動き補償回路 2 2 に入力して保持させる。

入力されたピクチャがPピクチャの場合には、動き補償回路 2 2 によって、保持している過去のIピクチャまたはPピクチャに対応する画像データと、動き検出回路 2 1 からの動きベクトル M V に基づいて予測画像データが生成され、予測画像データが減算回路 1 3 と加算回路 2 0 に出力される。減算回路 1 3 は、走査変換マクロブロック化回路 1 2 の出力データと動き補償回路 2 2 からの予測画像データとの差分を演算する。この差分データは、DCT回路 1 4 によってDCT係数に変換され、量子化回路 1 5 によって量子化される。可変長符号化回路 1 6 は、量子化回路 1 5 の出力データを可変長符号化し、バッファメモリ 1 7 を介して、圧縮符号化データ S t 1 として、多重化装置 4 に出力する。

また、逆量子化回路 1 8 は、量子化回路 1 5 の出力データを逆量子化する。逆DCT回路 1 9 は、逆量子化回路 1 8 の出力データに対して逆DCTを行う。加算回路 2 0 は、逆DCT回路 1 9 の出力データと、動き補償回路 2 2 が output する予測画像データとを加算し、動き補償回路 2 2 に入力して保持させる。

入力されたピクチャが B ピクチャの場合には、動き補償回路 22 によって、保持されている過去および未来の I ピクチャまたは P ピクチャに対応する 2 つの画像データと、動き検出回路 21 からの 2 つの動きベクトル MV とに基づいて、予測画像データが生成され、減算回路 13 と加算回路 20 に出力される。減算回路 13 は、走査変換マクロブロック化回路 12 の出力データと動き補償回路 22 からの予測画像データとの差分を演算する。この差分データは、DCT 回路 14 によって DCT 係数に変換され、量子化回路 15 によって量子化される。可変長符号化回路 16 は、量子化回路 15 の出力データを可変長符号化し、バッファメモリ 17 を介して圧縮符号化データ  $s_t 1$  として、多重化装置 4 に出力する。なお、B ピクチャは動き補償回路 22 に保持されない。

次に、図 6 と図 7 のフローチャートを参照して、レートコントローラ 23 とコントローラ 24 によるレートコントロールの動作について説明する。なお、以下の説明においては、各プログラム  $P_i$  に対応する発生符号量  $S_i$ 、グローバルコンプレクシティ  $C_i$ 、目標ビット量  $T_i$ 、量子化スケールコード  $Q_i$ 、圧縮符号化データ（符号化ストリーム） $s_t i$ 、ビットレート  $bit\_rate\#i$  などの添字  $i$  は、記号が複雑になるので、それらを個々に区別する必要がある場合を除き、基本的に省略する。

また、MPEG 規格において定義付けられている GOP (Group of Picture) において  $j$  番目のピクチャをピクチャ  $(j)$  と記し、 $j + 1$  番目のピクチャを  $(j + 1)$  というように記することにし、GOP に含まれるピクチャの枚数を  $N$  と記することにする。

また、以下に説明する例は、ピクチャ  $(j)$  まで第 1 のビットレ

ート  $\text{bit\_rate}(j)$  で符号化し、ピクチャ  $(j + 1)$  から第 2 のビット  
レート  $\text{bit\_rate}(j+1)$  で符号化する例である。

ステップ S 1 において、レートコントローラ 2 3 の目標ビット量  
設定回路 3 2 は、次の式 (4) 乃至式 (6) に基づいて、G O P に  
おける  $j$  番目のピクチャであるピクチャ  $(j)$  に対する目標符号量  
 $T_i(j)$  ,  $T_p(j)$  ,  $T_b(j)$  をそれぞれ演算する。

$$T_i(j) = \max \left\{ \frac{R(j)}{1 + \frac{N_p X_p}{X_i K_p} + \frac{N_b X_b}{X_i K_b}}, \text{bit\_rate}(j) / (8 \times \text{pic\_rate}) \right\} \quad (4)$$

$$T_p(j) = \max \left\{ \frac{R(j)}{N_p + \frac{N_b K_p X_b}{K_b X_p}}, \text{bit\_rate}(j) / (8 \times \text{pic\_rate}) \right\} \quad (5)$$

$$T_b(j) = \max \left\{ \frac{R(j)}{N_b + \frac{N_p K_b X_p}{K_p X_b}}, \text{bit\_rate}(j) / (8 \times \text{pic\_rate}) \right\} \quad (6)$$

上記式において、 $R(j)$  は、符号化対象となっているピクチャ  
 $(j)$  を含んだ G O P 内においてまだ符号化されていない（これから  
符号化する）未符号化ピクチャに対して割り当てられている符号  
量を示している。つまり、この  $R(j)$  は、ピクチャ  $(j)$  、ピク  
チャ  $(j + 1)$  … ピクチャ  $(N)$  までの各ピクチャに割当てられる

べきビット量を加算した値である。また、 $N_p$ 、 $N_b$ は、G O P 内でまだ符号化されていないPピクチャまたはBピクチャの枚数を表し、 $X_i$ 、 $X_p$ 、 $X_b$ は、それぞれIピクチャ、Pピクチャ、またはBピクチャのグローバルコンプレクシティCを表している。 $K_p$ と $K_b$ は、Iピクチャの量子化スケールコードを基準としたPピクチャとBピクチャの量子化スケールコードの比率を表し、次式で示す値とされる。

$$K_p = 1.0 \quad \dots \quad (7)$$

$$K_b = 1.4 \quad \dots \quad (8)$$

すなわち、Pピクチャの量子化スケールコードは、Iピクチャの量子化スケールコードの1倍とされるが、Bピクチャの量子化スケールコードは、IピクチャとPピクチャの量子化スケールコードの常に1.4倍とされる。これにより、Bピクチャが、IピクチャまたはPピクチャに比較して、多少粗めに符号化されるので、Bピクチャで節約できる符号量をIピクチャとPピクチャの符号量に加えることができ、IピクチャとPピクチャのS/Nが改善されるとともに、それを参照するBピクチャのS/Nも改善されることとなり、総合的にS/Nが改善される。

なお、コンプレクシティ $X_i$ 、 $X_p$ 、 $X_b$ の初期値は、目標レートであるbit\_rate(j) (ビット/秒)に基づいて次式で示す値に設定される。

$$X_i = 160 \times \text{bit\_rate}(j) / 115 \quad \dots \quad (9)$$

$$X_p = 60 \times \text{bit\_rate}(j) / 115 \quad \dots \quad (10)$$

$$X_b = 42 \times \text{bit\_rate}(j) / 115 \quad \dots \quad (11)$$

bit\_rate(j)は、コントローラ3よりピクチャ(j)までのビ

クチャに対して指定されていたビットレートを表す。 $\text{pic\_rate}$ は、ピクチャレートを表し、例えば、NTSC方式の場合、30（フレーム／秒）となる。さらに、 $\max\{A, B\}$ は、AとBのうち、大きい方を選択する関数を意味する。

$R(j)$ ,  $N_p$ ,  $N_b$ ,  $K_p$ ,  $K_b$ ,  $\text{pic\_rate}$ の各値は、それぞれ各画像符号化装置2-i毎に設けられているコントローラ24（図5）から供給される値である。 $X_i$ ,  $X_p$ ,  $X_b$ は、上述したように、複雑さ計算回路31が式（1）乃至式（3）に従って演算した値である。

式（4）乃至（6）では、未符号化ピクチャ全体の発生する推定符号量が割当対象ピクチャの何枚分の符号量に相当するかが求められる。

例えば、式（4）の第1引数の分母の第2項の $N_p X_p / X_i K_p$ は、GOP内の $N_p$ 枚の未符号化Pピクチャが、Iピクチャ何枚分の符号量に相当するかを表し、第3項の $N_b X_b / X_i K_b$ は、GOP内の $N_b$ 枚の未符号化Bピクチャが、Iピクチャ何枚分の符号量に相当するかを表している。第1項の1は、GOP内のIピクチャの数を表している（1GOP内のIピクチャの数は、常に1とされている）ので、結局、式（4）の第1引数は、GOP内の残りの $(N - j + 1)$ 枚のピクチャが、全てIピクチャであると仮定した場合における1ピクチャ当たりの符号量を表している。尚、Nは、GOPに含まれるピクチャの枚数である。

同様に、式（5）の第1引数の分母の第2項の $N_b K_p X_b / K_b X_p$ は、GOP内の $N_b$ 枚の未符号化Bピクチャが、Pピクチャ何枚分の符号量に相当するかを表している。従って、式（5）の第

1の引数は、G O P内の残りの $(N - j + 1)$ 枚のピクチャが、全てPピクチャであると仮定した場合における1ピクチャ当たりの符号量を表している。

さらに、式(6)の第1引数の分母の第2項の $N p K b X p / K p X b$ は、G O P内のN p枚の未符号化Pピクチャが、Bピクチャ何枚分の符号量に相当するかを表しており、第1の引数は、G O P内の残りの $(N - j + 1)$ 枚のピクチャが、全てBピクチャであると仮定した場合における1ピクチャ当たりの符号量を表している。

基本的には、式(4)乃至式(6)の第1引数の値に、Iピクチャ、Pピクチャ、またはBピクチャの目標符号量 $T_i(j)$ 、 $T_p(j)$ 、 $T_b(j)$ (以下、Iピクチャ、Pピクチャ、またはBピクチャの区別をする必要がないときは、単に、 $T(j)$ とも記述する)が決定されるが、演算により求めたその値があまりにも小さい場合には、画像復号装置のV B Vバッファがオーバーフローする恐れがあるので、式(4)乃至式(6)の第2引数に規定される値 $bit\_rate(j) / (8 \times pic\_rate)$ が、目標符号量 $T(j)$ として選択される。

符号化対象となっているピクチャ(j)がエンコードされる直前のV B Vバッファのデータ占有量を $B^*(j)$ とし、目標符号量 $T(j)$ と同じ値だけのビット量が、ピクチャ(j)の実際の符号化により発生したとすると、次のピクチャ(j+1)のエンコード直前のV B Vバッファの占有量 $B^*(j+1)$ は、次の式で表される。ステップS2において、コントローラ24は、次式に従って、この占有量 $B^*(j+1)$ を演算する。

$$\begin{aligned}
 B^*(j+1) = & B^*(j) - T(j) \\
 & + (t_{j+1} - t_j) \times \text{bit\_rate}(j+1) \\
 \dots & (12)
 \end{aligned}$$

この式(12)において、 $t_j$ は、ピクチャ(j)がVBVバッファから読み出されるタイミングを示し、 $t_{j+1}$ は、ピクチャ(j+1)がVBVバッファから読み出されるタイミングを示し、 $\text{bit\_rate}(j+1)$ は、ピクチャ(j+1)以降のピクチャに対して新たに設定されたビットレートを示している。

さらに、ステップS2において、コントローラ24は、次式からVBVバッファの使用範囲を決定する。

$$\begin{aligned}
 \text{vbv\_size}(j+1) = & \min \{ \tau_{\max} \times \text{bit\_rate}(j+1), \text{vbv\_size}(0) \} \\
 \dots & (13)
 \end{aligned}$$

なお、 $\text{vbv\_size}(0)$ は、VBVバッファの遅延時間が最高の値 $\tau_{\max}$ となる場合のVBVバッファの容量を表しており、 $\min \{A, B\}$ は、AとBのうち、小さい方を選択する関数を表す。

すなわち、この例では、VBVバッファの遅延時間の最高値が予めオペレータ等によって規定され、VBVバッファの遅延時間が、予め規定したこの最高値を上回るようなビットレートが使用される場合には、コントローラ24がVBVバッファ(図5のバッファメモリ17に対応する)の使用範囲を狭めて(VBVバッファの容量を等価的に小さくして)、その遅延時間が、最高値を越えないように制御する。最高値 $\tau_{\max}$ は、次式で表される。

$$\tau_x = \text{vbv\_size}(0) / \text{bit\_rate}(0) \dots (14)$$

ここで、 $\text{vbv\_size}(0)$ は、VBVバッファの最大容量(MPE)

G 規格においては決められている数値) を表し、bit\_rate (0) は、V B V バッファの遅延時間が最高値  $\tau_{max}$  となる場合におけるビットレートを表す。

次に、ステップ S 3において、コントローラ 2 4は、ステップ S 2で演算したV B V バッファの占有量  $B^*(j+1)$  と、v bv\_size (j+1) の大きさを比較する。比較の結果、 $B^*(j+1)$  が、v bv\_size (j+1) と等しいか、それより大きい場合 (V B V バッファの容量 v bv\_size (j+1) をそのまま使用したのでは、V B V バッファの遅延時間が値  $\tau_{max}$  を越えてしまい、目標符号量 T (j) を補正する必要がある場合) には、ステップ S 4に進み、ステップ S 1で計算した目標符号量 T (j) を、次式に従って、 $B^*(j+1)$  と v bv\_size (j+1) の差の分だけ補正する。

$$\begin{aligned} T(j) \\ = T(j) + B^*(j+1) - v bv\_size(j+1) \\ \dots (15) \end{aligned}$$

ステップ S 3において、 $B^*(j+1)$  が、v bv\_size (j+1) より小さいと判定された場合には、V B V バッファが使用できない範囲に入ることがないので、ステップ S 4の処理はスキップされる。

次に、ステップ S 5において、ピクチャ (j) が、ステップ S 1で計算した目標符号量  $T_i(j)$  ,  $T_p(j)$  ,  $T_b(j)$  又はステップ S 4において補正された目標符号量  $T_i(j)$  ,  $T_p(j)$  ,  $T_b(j)$  に基づいてエンコード (符号化処理) される。すなわち、量子化スケールコード決定回路 3 3は、目標ビット量設定回路 3 2が設定した目標符号量  $T_1(T_i(j), T_p(j)$  または  $T_b(j)$  ) に対応する量子化スケールコード  $Q_1$  を決定し、量子化回路 1 5が、

この量子化スケールコード Q1 に対応してピクチャ (j) を量子化する。この場合の処理は、上述した通りであるので、ここでは、その説明を省略する。

ここまでステップにおいて、GOPにおいて j 番目のピクチャ (j) に対する処理は終了し、以下に説明するステップにおいては、GOPにおいて j + 1 番目のピクチャ (j + 1) に対する処理が行われる。

ステップ S6において、コントローラ 24 は、次式に従って、ピクチャ (j) を符号化する前の未符号化ピクチャの符号量 R (j) から、ピクチャ (j) を符号化して発生した符号量 S (j) を減算することによって、符号化対象ピクチャ (j + 1) を含んだ未符号化ピクチャに割り当てる符号量 R (j + 1) を求める。つまり、R (j + 1) は、符号化対象となっているピクチャ (j + 1) から GOP の最後のピクチャ (N) までの全ピクチャに割り当てるビット量を加算したビット量を示している。

$$R (j + 1) = R (j) - S (j) \quad \dots \quad (16)$$

さらにステップ S7において、コントローラ 24 は、ステップ S6 で演算された符号量 R (j + 1) を、次式に従って、さらに VBV バッファ使用範囲の変化量 {vbv\_size (j) - vbv\_size (j + 1)} で補正する。

$$\begin{aligned} R (j + 1) \\ = R (j + 1) + \{v bv\_size (j) - v bv\_size (j + 1)\} \\ \dots \quad (17) \end{aligned}$$

以上のステップ S7 までの処理の意味を、図 8 乃至図 13 を参照して、さらに詳しく説明する。

コントローラ 2 4 は、コントローラ 3 より指定されるビットレート  $bit\_rate(j)$  (この文字  $j$  は、図 4 の  $bit\_rate\#i$  における文字  $i$  (プログラム  $P_i$  に対応する) を表すものではなく、ピクチャの順番を表す。両者をまとめて記述すれば、 $bit\_rate\#i(j)$  となる) が、VBV バッファの遅延時間が最高値  $\tau_{max}$  となる場合のビットレート  $bit\_rate(0)$  (以下、閾値とも称する) に等しい場合、VBV バッファ (バッファメモリ 17) を、図 8 に示すように制御する。同図に示すように、VBV バッファの容量は、ビットレート  $bit\_rate(0)$  で順次増加し、遅延時間  $\tau_{max}$ だけ経過した時点で、VBV バッファの容量は、 $vbv\_size(0)$  となる。以下、VBV バッファに記憶された画像データは、適宜読み出され、復号されるたびに減少される。また、新たな画像データが書き込まれると、そのデータ量は増加する。以上のような動作が、順次繰り返される。

一方、コントローラ 3 より指定されたビットレート  $bit\_rate(1)$  が、閾値  $bit\_rate(0)$  より大きい場合、コントローラ 2 4 は、ステップ S 5 のエンコード処理時において、バッファメモリ 17 を制御し、時間  $\tau_1$  だけ、画像データの出力を遅延させる。この遅延時間  $\tau_1$  は、次式により演算される。

$$\begin{aligned}\tau_1 &= \tau_{max} - \tau_2 \\ &= \tau_{max} - vbv\_size(0) / bit\_rate(1) \quad \dots \quad (18)\end{aligned}$$

VBV バッファには、この遅延時間  $\tau_1$  の後、ビットレート  $bit\_rate(1)$  でデータが書き込まれ、書き込み開始後、時間  $\tau_2$  が経過した時点でにおいて、VBV バッファの容量は、 $vbv\_size(1) = vbv\_size(0)$  となる。図 9 を図 8 と比較して明らかのように、VBV バッファの最大の遅延時間  $\tau_{max}$  は、両者とも同一となっている。

一方、コントローラ3より指定されたビットレートbit\_rate(2)が、閾値bit\_rate(0)より小さいとき、コントローラ24は、バッファメモリ17を制御し、その容量を（使用可能な範囲を）vbv\_size(2)以下に設定（制限）する。この演算は、図6のステップS2で行われる。すなわち、VBVバッファの容量vbv\_size(0)のうち、vbv\_size(2)を越える範囲は、この例の場合使用されない。その結果、VBVバッファの容量vbv\_sizeは、遅延時間 $\tau_{\max}$ が経過した時点において、vbv\_size(2) (=  $\tau_{\max} \times \text{bit\_rate}(2)$ )となる。従って、この場合においても、VBVバッファの遅延時間は、 $\tau_{\max}$ とされる。すなわち、図8乃至図10のいずれの場合においても、VBVバッファの遅延時間は、 $\tau_{\max}$ として一定とされる。

これにより、ビットレートのシームレスな変更が広範囲にわたって可能となり、デジタル放送における遅延時間が一定なライブ生放送に適用可能となる。

図10において、遅延時間 $\tau_3$  (= vbv\_size(0) / bit\_rate(2))の時間だけVBVバッファにデータが書き込まれると、その容量は、vbv\_size(0)となるが、この例では、容量vbv\_size(2)以下の範囲だけが使用可能とされるので、実際には、その容量がvbv\_size(0)に達することはない。

図11は、ビットレートが、bit\_rate(1)からbit\_rate(2)に途中で変更された場合のVBVバッファの変化の様子を表している。時刻 $t_1$ までの時間において、ビットレートの値は、閾値bit\_rate(0)より大きい値bit\_rate(1)とされている。従って、この場合のVBVバッファの変化の様子は、図9に示した場合と同様となる。これに対して、時刻 $t_1$ において、ビットレートが閾値bit\_r

ate (0) より小さいビットレート bit\_rate (2) に変更されると、VBV バッファの容量は、vbv\_size (2) ( $= \tau_{\max} \times \text{bit\_rate} (2)$ ) に制限される。

TM 5 のような固定ビットレート、かつ固定の VBV バッファの容量を前提としたレート制御方式を使用した場合、VBV バッファの使用範囲を計算しただけでは、図 1-2 に示したような問題が生じる。

すなわち、ビットレートが閾値 bit\_rate (0) より大きい値 bit\_rate (1) から小さい値 bit\_rate (2) に変更された場合、制限された VBV バッファの範囲内でデータの容量が推移するには、VBV バッファのデータ推移の軌跡は、図 1-2 において実線で示すように変化する必要がある。しかしながら、TM 5 のレート制御アルゴリズムにおいて、目標符号量は、VBV バッファの最大値に近い領域を推移するように決定されるので、使用範囲を制限しただけでは、VBV バッファは、図 1-2 において点線で示すように、使用することができない範囲を推移してしまうことになる。

そこで、例えば、VBV バッファの使用範囲が制限されたとき、最初の I ピクチャの発生ビット量だけ、スタッフィングにより発生ビット量を増加するようにすることも考えられる。しかしながら、そのようにすると、最初の I ピクチャの発生ビット量が大きくなるので、GOP の残りのビット量  $R (j)$  が、式 (16) ( $R (j + 1) = R (j) - S (j)$ ) に従って更新されると、残りの未符号化ピクチャに割り当てられるビット量  $R (j + 1)$  が非常に小さい値となってしまい、結局 VBV バッファの軌跡は、図 1-2 の上方の使用できない範囲に戻ろうとしてしまう。

そこで、ステップS3において、上記した式(12)により計算したバッファ占有量 $B^*(j+1)$ と、式(13)で求めたVBVバッファの容量 $vbv\_size(2)$ の大きさを比較し、その結果、 $B^*(j+1)$ が、 $vbv\_size(2)$ より大きい場合には、式(15)に示すように、その差分( $B^*(j+1) - vbv\_size(2)$ )だけ、ステップS1で演算した目標符号量 $T(j)$ がステップS4で補正される。その結果、図13に示すように、補正後の目標符号量 $T(j)$ は、VBVバッファの容量 $vbv\_size(2)$ より、差分( $B^*(j+1) - vbv\_size(2)$ )だけ小さい値となり、VBVバッファの使用不可の領域が使用されてしまうようなことが防止される。

以上のようにして、VBVバッファの使用可能範囲を制限するための処理が行われた後、図6に続く図7のフローチャートのステップS8以降の処理が行われる。ここでは、GOPの途中でビットレートが変更された場合の処理が行われる。

目標ビット量設定回路32は、ステップS8でピクチャ(j+1)はGOPの先頭のピクチャであるか否かを判定する。つまり、「j+1」が「1」である場合である。ピクチャ(j+1)がGOPの先頭のピクチャでない場合には、ステップS9に進み、目標ビット量設定回路32は、そのGOP内において、ビットレートの変更が、コントローラ3より指令されているか否かを判定する。ビットレートの変更が指令されていない場合には、ステップS10に進み、目標ビット量設定回路32は、処理対象がシーケンスエンドに達したか否かを判定し、達していない場合には、ステップS1に戻り、それ以降の処理が繰り返し実行される。処理対象がシーケンスエンドに達したと判定された場合、処理は終了される。

ステップS 9において、ビットレートの変更が指令されたと判定された場合、目標ビット量設定回路32は、ステップS 12に進み、次式に従って、ステップS 7で補正した符号量R(j+1)を、GOPの残りのピクチャの枚数(N-j)にピクチャ当たりのビット量の差分(bit\_rate(j+1)-bit\_rate(j))／pic\_rateを乗算した値で補正する。

$$R(j+1) = \{bit\_rate(j+1) - bit\_rate(j)\} \times (N-j) / pic\_rate + R(j+1) \quad \dots (19)$$

すなわち、GOPの途中でビットレートが変更されない場合、符号量Rは、図14に示すように、エンコードが進むに従って、初期値R1から漸次小さい値に変化する。なお、図14において、実線は、各ピクチャが等しい符号量でエンコードされるものと仮定した場合のものであり、実際には、IピクチャやPピクチャの発生ビット量が、Bピクチャよりも多くなるので、符号量Rは点線で示したように変化する。

これに対して、GOPのピクチャ(j)をエンコードした後、次のピクチャ(j+1)からビットレートを変更することが要求された場合、ピクチャ(j)以降の未符号化ピクチャに割り当てられる符号量R(j)がステップS 12で式(19)で示すように補正される。すなわち、残りの未符号化ピクチャに割り当てられる符号量Rが、第1のビットレートbit\_rate(j+1)で、初期値R1から、漸次減少するように制御されていたものが、ピクチャ(j+1)のタイミングにおいて、符号量R(j+1)が補正される。

この補正されたビット量R(j+1)は、初期値をR2として第

2のビットレートbit\_rate (j + 1) でG O Pの先頭ピクチャからエンコードしていた場合のピクチャ (j + 1) の符号量R (j + 1) に等しい。

言い換えると、G O Pの途中のピクチャであるピクチャ (j + 1) を符号化する際に、第1のビットレートから、第2のビットレートに変更されたときに、G O Pの先頭のピクチャ (1) から、第2のビットレートで符号化処理がおこなわれていたかのように、ピクチャ (j + 1) 以降の未符号化ピクチャに割り当たられるビット量を補正するということである。

次に、ステップS 1.3に進み、目標ビット量設定回路3.2は、ステップS 1.2で補正した符号量R (j + 1) が、予め設定してある所定の最小値R\_minより小さいか否かを判定する。符号量R (j + 1) が、最小値R\_minと等しいか、それより大きい場合には、ステップS 1.4において、補正值eに0が設定される。これに対して、符号量R (j + 1) が、最小値R\_minより小さい場合には、ステップS 1.5において、補正值eに符号量R (j + 1) と最小値R\_minとの差 (R (j + 1) - R\_min) が設定される。この補正值eは、ステップS 1.1で使用されるものである。この補正值eの機能については後述する。

ステップS 1.4または、ステップS 1.5の処理の後、ステップS 1.0に進み、それ以降の処理が繰り返し実行される。

一方、ステップS 8において、符号化対象ピクチャ (j + 1) が、G O Pの先頭のピクチャであると判定された場合には、ステップS 1.1に進み、目標ビット量設定回路3.2は、次式に従って、符号量R (j + 1) を補正する。つまり、G O Pの先頭ピクチャ (1) を

含む、それ以降の未符号化ピクチャに割り当てられるビット量R

(1) は、次式によって演算される。

R (1)

$$= \text{bit\_rate} (j + 1) \times N / \text{pic\_rate} + R (j + 1) + e \quad \dots (20)$$

尚、この $\text{bit\_rate} (j + 1)$  は、ピクチャ  $(j + 1)$  に対して設定された新たなビットレートを表わし、 $R (j + 1)$  は、前の G O P の最後のピクチャ  $(N)$  に対して式 (16) によって演算された結果である。

その後、ステップ S 1 0 に戻り、それ以降の処理が繰り返し実行される。

ここで、補正値  $e$  の機能について説明する。ステップ S 1 2 で、式 (19) により補正された符号量  $R (j + 1)$  が、予め設定されている所定の最小値  $R_{\min}$  より小さくなった場合、これを放置して、次の G O P のビットレートを制御すると、V B V バッファがオーバーフローしてしまう恐れがある。

そこで、G O P の途中でビットレートの変更が指令され、G O P の最後のピクチャ ( $N$  枚目のピクチャ) をエンコードした時点において、 $R (j + 1)$  が、最小値  $R_{\min}$  より小さい場合には、図 16 に示すように、その差分  $e$  だけ、次の G O P の符号量 R の初期値  $R_2$  を小さくさせ、値  $(R_2 - e)$  を初期値として、その G O P の符号量を設定させる。これにより、V B V バッファのオーバーフローが防止される。

以上においては、各画像符号化装置 2 - i において、実際に符号化されたデータのグローバルコンプレクシティ  $C_i$  をコントローラ 3

にフィードバックすることにより、プログラム  $P_i$  を統計多重するようとしたが、フィードフォワード型の制御によりビットレートを制御することもできる。図 17 は、この場合の構成例を表している。図 17 に示した画像多重化システム 1 の構成は、基本的に図 4 に示した画像多重化システム 1 と同様であるが、各画像符号化装置 2- $i$  から、コントローラ 3 に出力されるのが、グローバルコンプレクシティ  $C_i$  ではなく、符号化難易度  $D_i$  とされている。その他の構成は、図 4 における場合と同様である。

この符号化難易度とは、符号化処理の結果発生するビット量を表わす指標であって、符号化対象のピクチャの画像が複雑であったり、動きが多い画像の場合には、この符号化難易度が高くなり、符号化対象のピクチャの画像が簡単であったり、動きが少ない画像の場合には、この符号化難易度が低くなる。

図 18 は、図 17 の画像符号化装置 2-1 (図示は省略するが、画像符号化装置 2-2 乃至 2-n も、画像符号化装置 2-1 と同様に構成されている) の構成例を表している。その基本的な構成は、図 5 に示した場合と同様であるが、図 18 の構成例においては、走査変換マクロブロック化回路 12 と減算回路 13 の間に、イントラ A C 演算回路 4-1 と F I F O (First In First Out) 4-2 が設けられている。また、レートコントローラ 2-3 には、M E 残差計算回路 5-1 と符号化難易度計算回路 5-2 が付加されている。

イントラ A C 演算回路 4-1 は、走査変換マクロブロック化回路 12 の出力を入力し、I ピクチャにおけるイントラ A C を算出し、符号化難易度計算回路 5-2 に出力している。イントラ A C 演算回路 4-1 はまた、走査変換マクロブロック化回路 12 より供給された画像

データを FIFO 4 2 に出力する。 FIFO 4 2 は、入力された画像データを、少なくとも、目標ビット量設定回路 3 2 が、目標ビット量を設定するのに必要な時間に対応する時間だけ、入力された画像データを遅延して演算回路 1 3 に出力する。

ME 残差計算回路 5 1 は、動き検出回路 2 1 が出力する ME 残差データに基づいて、ME 残差を計算し、符号化難易度計算回路 5 2 に出力している。なお、ここで ME 残差とは、動き予測誤差の絶対値または 2 乗値を、ピクチャ全体について加算したものであり、ME 残差データは、ME 残差を求めるためのデータである。

符号化難易度計算回路 5 2 は、ME 残差計算回路 5 1 により算出された ME 残差と、イントラ A C 演算回路 4 1 により演算されたイントラ A C に基づいて、ピクチャの符号化の難易度を表す符号化難易度 D 1 を算出し、コントローラ 3 に送出するとともに、目標ビット量設定回路 3 2 に出力する。なお、この構成例においては、符号化難易度計算回路 5 2 により演算された符号化難易度 D 1 がコントローラ 3 に伝送されているため、複雑さ計算回路 3 1 が演算により求めたグローバルコンプレクシティ C 1 は、コントローラ 3 に供給されない。

図 1-8 の画像符号化装置 2-1 のその他の構成は、図 5 における場合と同様である。

次に、図 1-8 の画像符号化装置 2-1 の、主に、図 5 における場合と異なる構成の動作について説明する。イントラ A C 演算回路 4 1 は、走査変換マクロブロック化回路 1 2 の出力する画像データから、イントラ A C を演算する。イントラ A C とは、I ピクチャにおいて、8 × 8 画素のマクロブロック内の各画素の画素値と、マクロ

ブロック内の画素値の平均値との差分の絶対値の総和を意味し、次式で表される。

$$\text{Intra\_AC} = \sum |f_{\text{curr}}(x, y) - (\sum f_{\text{curr}}) / N| \quad \dots (21)$$

なお、この式において、Intra\_ACは、イントラACを表し、 $f_{\text{curr}}(x, y)$ は、マクロブロック内の各画素の画素値を表し、 $\sum f_{\text{curr}}$ は、マクロブロック内の画素値の総和を表し、Nはマクロブロック内の画素数を表している。また、 $\Sigma$ は、マクロブロック内の各画素についての総和を表している。

動き検出回路21は、動きベクトルを求める際に、その値が、最小となったマクロブロック間における画素値の差分の絶対値和（あるいは自乗和でもよい）をME残差データとして、ME残差計算回路51に出力する。ME残差計算回路51は、動き検出回路21からのME残差データをピクチャ全体について加算し、ME残差を計算する。すなわち、ME残差計算回路51で次式が演算される。

$$\text{ME\_reside} = \sum |f_j(x, y) - f_{j-1}(x, y)| \quad \dots (22)$$

上式において、ME\_resideはME残差を表し、 $f_j(x, y)$ 、 $f_{j-1}(x, y)$ は、各マクロブロックの画素値を表す。 $\Sigma$ は、マクロブロック内の各画素についての総和を表している。

符号化難易度計算回路52は、イントラAC演算回路41より供給されたイントラACと、ME残差計算回路51より供給されたME残差に基づいて、符号化難易度を計算する。符号化難易度とは、ピクチャの符号化の難易度を表すものであって、符号化したときに同じ画質を保つために必要なデータ量の比率と言い換えることがで

きる。イントラ A C は、絵柄の複雑さを表し、M E 残差は、映像の動きの早さ、および絵柄の複雑さを表し、それらは符号化の難易度と強い相関を有するので、これらを変数とする、例えば1次関数により、符号化難易度 D 1 が、符号化難易度計算回路 5 2 で演算される。

このようにして、先読みした統計量（イントラ A C）に基づいて、精度の高い符号化難易度が演算される。コントローラ 3 は、この符号化難易度 D i に基づいて、目標ビットレート bit\_rate#i を決定し、各画像符号化装置 2 - i に出力する。

次に、図 1 8 の目標ビット量設定回路 3 2 とコントローラ 2 4 の動作について、図 1 9 と図 2 0 のフローチャートを参照して説明する。ステップ S 3 1 乃至ステップ S 3 7 の処理は、基本的に、図 6 に示したステップ S 1 乃至ステップ S 7 の処理と同様の処理である。ただし、ステップ S 3 1 においては、上述した式（1）乃至式（3）に代えて、次の式に従って、ピクチャ (j) の目標符号量 T (j) が演算される。なお、式（23）においては、ピクチャタイプに対応する添え字 i, p, b は省略されている。

$$T(j) = \max \left\{ R'(j) \times \frac{D_j}{\sum_{k=j}^{j+N-1} D_k}, \text{bit\_rate}(j) / (8 \times \text{pic\_rate}) \right\} \quad (23)$$

ここで、 $T(j)$  は、処理対象ピクチャ ( $j$ ) の目標符号量を表し、 $R'(j)$  は、処理対象ピクチャ ( $j$ ) から未来の  $L$  枚のピクチャに対して割り当てるビット量を表し、 $D_j$  は、ピクチャ ( $j$ ) の符号化難易度を表している。すなわち、上記式により、ピクチャ ( $j$ ) の目標符号量  $T(j)$  が、先読みする  $L$  枚分のピクチャに割り当てるビット量  $R'(j)$  を、そのピクチャの符号化難易度  $D_j$  と、 $N$  枚の先読みしたピクチャの符号化難易度  $D_j$  の和の比で重み付けして求められる。

次のステップ S 3.2 乃至ステップ S 3.5 の処理は、図 6 のステップ S 2 乃至ステップ S 5 の処理と同様の処理であり、ここでは、その説明は省略する。ステップ S 3.6 では、式 (16) に代えて、次の式 (24) に基づいて、処理対象ピクチャ ( $j+1$ ) から未来の  $L$  枚のピクチャに対して割り当てるビット量  $R'(j+1)$  が演算される。

$$R'(j+1) = R'(j) - S(j) + F(j+L) \quad \dots (24)$$

式 (24)において、 $R'(j)$  は、ピクチャ ( $j$ ) から未来の  $L$  枚のピクチャに対して割り当てるビット量を示し、 $S(j)$  は、ピクチャ ( $j$ ) の発生ビット量を示し、 $F(j+L)$  は、ピクチャ ( $j+1$ ) の  $L$  枚未来のピクチャであるピクチャ ( $j+L$ ) に対して割り当てる予想ビット量を示している。

なお、 $R'(j)$  の初期値は、先読みされた  $L$  枚分のピクチャの符号量に対応して次式で表される。

$$R'(1) = \text{bit\_rate}(1) \times L / \text{pic\_rate} \quad \dots (25)$$

上記式(24)において、 $F(j+L)$ は、ピクチャ( $j+1$ )のL枚未来のピクチャであるピクチャ( $j+L$ )のピクチャタイプに応じたビット量であり、例えば、次式により規定される。なお、式(24)においては、式(26)乃至式(28)におけるピクチャタイプに対応する添え字*i*, *p*, *b*は省略されている。

$$F_i(j+L) = \frac{G(j+L)}{1 + \frac{N_p X_p}{X_i K_p} + \frac{N_b X_b}{X_i K_b}} \quad (26)$$

$$F_p(j+L) = \frac{G(j+L)}{N_p + \frac{N_b K_p X_b}{K_b X_p}} \quad (27)$$

$$F_b(j+L) = \frac{G(j+L)}{N_b + \frac{N_p K_b X_p}{K_p X_b}} \quad (28)$$

上記式において、 $G$ は、ピクチャ( $j+L$ )を含んだGOPのピクチャ( $j+L$ )以降の未符号化ピクチャに割り当てるビット量を示し、図4と図5に示したフィードバック型のレートコントロールシステムにおける符号量Rに対応する。この符号量Gも、ステップS36において、次式に従って更新される。

$$G(j+L+1) = G(j+L) - F(j+L) \quad \dots \quad (29)$$

なお、式(29)における $F(j+L)$ は、上記式(26)乃至

(28) のうち、対応するピクチャタイプの式により表されるものである。

符号量  $R'$  は、これから符号化される  $L$  枚のピクチャの符号量を表すから、基本的には、図21に実線で示すように、エンコードの進行状況に拘らず、常に一定の値となる。実際には、各ピクチャタイプ毎に符号量が変化するので、図21において破線で示すように、実線で示す値の近傍で変化する。

これに対して、符号量  $G$  は、GOPにおける未符号化ピクチャに対して割り当てられる符号量であるから、図22に示すように、フィードバック型のレートコントロールにおける符号量  $R$  と同様に、エンコードの進行にともなって、漸次小さい値に変化し、GOPの最初でリセットされる。

次に、ステップS37で、図6のステップS7における式(17)に代えて、式(30)に従って、符号量  $R'(j+1)$  の更新処理が行われる。

$$\begin{aligned}
 R'(j+1) &= R'(j+1) + \{vbv\_size(j) - vbv\_size(j+1)\} \\
 &\dots \quad (30)
 \end{aligned}$$

以上のステップS31乃至ステップS37の処理は、フィードバック型レートコントロールの例において説明した場合のように、VBFバッファの使用する範囲を制限するために行われる処理である。

次に、ステップS38に進み、目標ビット量設定回路32は、ピクチャ  $(j+1)$  が、GOPの先頭のピクチャであるか否かを判定する。ピクチャ  $(j+1)$  がGOPの先頭のピクチャでない場合には、ステップS39に進み、GOPの途中においてビットレートの

変更が指令されているか否かが判定される。ビットレートの変更が指令されていない場合には、ステップS40に進み、エンコード処理がシーケンスエンドに達しているか否かが判定され、まだ達していない場合には、ステップS31に戻り、それ以降の処理が繰り返し実行される。ステップS40において、処理がシーケンスエンドまで達していると判定された場合、処理は終了される。

ステップS39において、GOPの途中においてビットレートが変更されていると判定された場合、ステップS41に進み、目標ビット量設定回路32は、次式に従って、符号量R'(j+1)と符号量G(j+1)を補正する。

$$\begin{aligned} R'(j+1) &= \{ \text{bit\_rate}(j+1) - \text{bit\_rate}(j) \} \\ &\quad \times L / \text{pic\_rate} + R'(j+1) \quad \cdots (31) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} G(j+1) &= \{ \text{bit\_rate}(j+1) - \text{bit\_rate}(j) \} \\ &\quad \times (N - j) / \text{pic\_rate} + G(j+1) \quad \cdots (32) \end{aligned}$$

上式において、 $\text{bit\_rate}(j)$ は、ピクチャ(j)までのピクチャの符号化する際に指定されていた第1のビットレートを示し、 $\text{bit\_rate}(j+1)$ は、ピクチャ(j+1)からのピクチャを符号化する際に指定された第2のビットレートを示し、Lは、符号化処理に先立って符号化難易度が演算されるピクチャの枚数（符号化難易度が先読みされるピクチャ枚数）を示し、NはGOPに含まれるピクチャの枚数を示している。

このように、GOPの途中でビットレートが第1のビットレート

から第2のビットレートに変更された場合には、所定枚数（L枚）のピクチャに割り当てられる符号量R'は、図23に示すように、第1のビットレートに対応した値R1から第2のビットレートに対応したR2に補正される。つまり、符号化対象ピクチャを含むL枚の未来のピクチャまでの未符号化ピクチャに割り当てられるビット量R'は、新たに設定された第2のビットレートで符号化処理されていったかのように補正される。具体的には、式（31）から理解できるように、1ピクチャあたりのビット量の差分に、符号化難易度を先読みするL枚のピクチャの枚数を乗算した値で補正することができる。

一方、GOPにおける符号化対象ピクチャを含む未符号化ピクチャに割り当てられる符号量Gは、図24に示すように、初期値R1から、ビットレートbit\_rate(1)でエンコードが行われてきたときの値G(j+1)から、最初から初期値R2でエンコードを行ってきた場合における値G(j+1)に変更される。このことは、図15を参照して説明した符号量Rにおける場合と同様である。つまり、1ピクチャあたりのビット量の差分に、GOPにおける未符号化ピクチャの枚数(N-j)を乗算した値によって補正することができる。

次に、ステップS42に進み、目標ビット量設定回路32は、GOPにおいてピクチャ(j+1)以降の未符号化ピクチャに割り当てられる符号量G(j+1)が、最小値Gminより小さいか否かを判定し、符号量Gが、最小値Gminと等しいか、それより大きい場合には、ステップS43において、補正值eに0を設定する。

ピクチャ(j+1)以降の未符号化ピクチャに割り当てられる符

号量  $G(j+1)$  が、最小値  $G_{min}$  より小さい場合には、ステップ S 4 4 において、補正值  $e$  に、両者の差 ( $G(j+1) - G_{min}$ ) が設定される。この処理は、図 7 におけるステップ S 1 3 乃至ステップ S 1 5 の処理と同様の処理である。この補正值  $e$  は、後述するステップ S 4 6、またはステップ S 4 7 の処理において用いられる。

ステップ S 3 8 において、符号化対象となっているピクチャ ( $j+1$ ) が、G O P の先頭のピクチャであると (つまり ' $j+1$ ' = '1') 判定された場合、ステップ S 4 5 に進み、目標ビット量設定回路 3 2 は、ビットレートの変更が指令されているか否かを判定する。

ここで、ビットレートの変更の有無の判定が行われ、図 7 のステップ S 8 において、ピクチャ ( $j+1$ ) が G O P の先頭のピクチャであると判定された場合に、ビットレートの変更処理が行われないのは、図 7 の処理の場合には、ピクチャ ( $j+1$ ) が G O P の先頭のピクチャであっても、そうでなくても、ステップ S 1 1 で同一の式 (2 0) が用いられるので、ビットレートの変更判断が不要であるのに対して、図 2 0 のフローチャートの処理においては、ピクチャ ( $j+1$ ) が G O P の先頭のピクチャである場合においても、ビットレートの変更の有無により処理が異なるので、ステップ S 4 5 の判定処理が挿入されている。

すなわち、ステップ S 4 5 において、ビットレートの変更が指令されていないと判定された場合には、ステップ S 4 6 において、目標ビット量設定回路 3 2 は、次式に従って、G O P の最初のピクチャを含む未符号化ピクチャに割り当てる符号量  $G(1)$  は、次式によって演算される。

G (1)

$$= \text{bit\_rate} (j + 1) \times N / \text{pic\_rate} + G (j + 1) + e \quad \dots \quad (33)$$

一方、ステップ S 4 5において、ビットレートの変更が指令されていると判定された場合には、ステップ S 4 7に進み、目標ビット量設定回路 32 は、次式に従って、G O P の最初のピクチャ (1) から L 枚先の未符号化ピクチャに割り当てる符号量 R' (1) と G O P の最初のピクチャ (1) を含む未符号化ピクチャに割り当てる符号量 G (1) を更新する。

$$R' (1) = \{ \text{bit\_rate} (j + 1) - \text{bit\_rate} (j) \} \times L / \text{pic\_rate} + R' (j + 1) \quad \dots \quad (34)$$

G (1)

$$= \text{bit\_rate} (j + 1) \times N / \text{pic\_rate} + G (j + 1) + e \quad \dots \quad (35)$$

上式において、 $\text{bit\_rate} (j)$  は、ピクチャ (j) に対応するビットレートであって、 $\text{bit\_rate} (j + 1)$  は、ピクチャ (j + 1) に対応するビットレートである。

ステップ S 4 6 の処理とステップ S 4 7 の処理を比較して明らかのように、ステップ S 4 7 の処理は、ステップ S 4 6 の処理に較べて、符号量  $R' (1)$  の更新処理が、符号量 G (1) の処理に加えて付加されている。

補正值  $e$  の機能は、図 1 6 を参照して説明した場合と同様であり、図 2 5 に示すように、符号量 G の変化にともなって G O P の最後のピクチャの符号化が行われた直後において、 $e$  の値が 0 でない場合には、次の G O P の符号化時の符号量 G の初期値  $R_2$  の値が、 $e$  の

分だけ小さい値に調整される。

ステップS43, S44, S46, S47の処理の後、ステップS40に進み、それ以降の処理が繰り返し実行される。

以上のフィードバック型、およびフィードフォワード型のビットレートコントロールの実施の形態のいずれにおいても、VBVバッファの使用範囲を制限するようにしたが、画質を考慮したとき、若干の問題が生じる場合がある。すなわち、図26に示すように、最初のGOPにおいて、3Mbpsのビットレートが設定され、次のGOPにおいて、1.5Mbpsのビットレートが設定され、さらに、その次のGOPにおいて、再び3Mbpsのビットレートが設定されたとする。このとき、VBVバッファの容量を1.8Mbitとし、閾値bit\_rate(0)を3.0Mbpsとすると、遅延時間 $\tau_{\max} = 1.8 / 3.0 = 0.6$ (秒)となる。

このとき、各GOPにおけるTM5のビットレート制御アルゴリズムに適用されているGOPにおける未符号化ピクチャに割り当てる符号量Rの初期値は、 $\text{bit\_rate} \times N / \text{pic\_rate}$ の式から次のように求められる。なお、GOPの枚数Nを15とし、 $\text{pic\_rate} = 30$ とする。

すなわち、最初のGOPにおいては、未符号化ピクチャに割り当てる符号量Rの初期値は、 $1.5 (= 3.0 \times 15 / 30)$ Mbpsとなる。次のGOPにおいては、初期値は、 $0.75 (= 1.5 \times 15 / 30)$ となるが、その値が、図6のステップS7の式(17)に基づいて、VBVバッファの容量の差分( $\text{vbv\_size}(1) - \text{vbv\_size}(2)$ )で補正される変更前(前のGOP)のVBVバッファ容量 $\text{vbv\_size}(1)$ は、 $1.8 (= \tau_{\max} \times \text{bit\_rate}(1) =$

$0.6 \times 3.0$ ）とされているのに対して、第2番目のGOPにおけるVBVバッファの容量vbv\_size(2)は、 $0.9 (= \tau_{\max} \times \text{bit\_rate}(2) = 0.6 \times 1.5)$ となるので、その差分は $0.9 (= 1.8 - 0.9)$ となり、結局、初期値Rは、 $1.65 (= 0.75 + (1.8 - 0.9))$  Mbitsとなる。

一方、第3番目のGOPにおいては、初期値は $1.5 (= 3.0 \times 1.5 / 3.0)$ となるが、VBVバッファの変更前の容量vbv\_size(2)は、 $0.9$ であるのに対して、このGOPにおける容量vbv\_size(3)は $1.8$ となる。従って、初期値Rは、 $0.6 (= 1.5 + (0.9 - 1.8))$  Mbitsとなる。

2番目のGOPにおいては、本来エンコードしやすい絵柄であるので、ビットレートを $1.5$  Mbpsと小さい値に設定したにも拘らず、符号量Rの初期値は $1.65$ と大きな値に設定されてしまう。これに対して、第3番目のGOPにおいては、エンコードが難しい絵柄であるから、ビットレートを $3.0$  Mbpsと大きくしたにも拘らず、符号量Rの初期値は $0.6$  Mbpsと小さい値に設定されてしまう。すなわち、2番目のGOPの符号量の初期値Rが大きくなり、最後のGOPの符号量Rの初期値が非常に小さくなるという逆転現象が生じている。

これは、図27に示すように、ビットレートbit\_rateの値が、閾値bit\_rate(0)より小さくなったとき、急激にVBVバッファの容量vbv\_sizeの使用範囲を制限するようにしたことに起因する。なお、図27において、横軸は、ビットレートbit\_rateを表し、縦軸は、VBVバッファの容量vbv\_sizeを表している。そして、図27において、影を付して示した範囲は、VBVバッファの使用が制限

されている範囲を表している。

そこで、図28に示すように、閾値bit\_rate(0)より大きい閾値bit\_rate(0<sub>u</sub>)を設定し、さらに閾値bit\_rate(0)より小さい閾値bit\_rate(0<sub>l</sub>)を設定し、ビットレートbit\_rateの値が、閾値bit\_rate(0<sub>u</sub>)より小さくなつたとき、VBVバッファの使用範囲をビットレートが閾値bit\_rate(0<sub>u</sub>)になるまで、徐々に制限し、ビットレートが閾値bit\_rate(0<sub>l</sub>)より小さくなつた場合には、図27に示した場合と同様に、さらに急激にVBVバッファの使用範囲を制限するようにすることができる。この場合、図6のステップS2の式(13)におけるVBVバッファの使用範囲を規定する右辺の第1引数を、ビットレートがbit\_rate(0<sub>u</sub>)以下のとき、 $\tau_{\max} \times bit\_rate(j+1)$ とするが、ビットレートがbit\_rate(0<sub>u</sub>)乃至bit\_rate(0<sub>l</sub>)の間の値であるとき、次式に変更するようすればよい。

$$\begin{aligned} & \{ (vBV\_size(0) - vBV\_size(0_u)) \times bit\_rate \\ & + vBV\_size(0_u) \times bit\_rate(0_u) \\ & - vBV\_size(0) \times vBV\_size(0_u) \} \\ & / \{ bit\_rate(0_u) - bit\_rate(0_l) \} \quad \dots (36) \end{aligned}$$

なお、vBV\_size(0<sub>u</sub>)は、次式で表される。

$$\begin{aligned} vBV\_size(0_u) \\ = vBV\_size(0) \times bit\_rate(0_u) / bit\_rate(0) \\ \dots (37) \end{aligned}$$

なお、フィードフォワード型のビットレートコントロールにおいても、図19のステップS32における演算において、同様にVBVバッファの容量が演算される。

図18のイントラAC演算回路4-1において、イントラACを演算するようにしたが、イントラACに代えて、フラットネスを演算するようにしてもよい。フラットネスとは、画像の空間的な平坦さを表すデータである。この場合、 $8 \times 8$ 画素のDCTブロックが $2 \times 2$ 画素の小ブロックに分割される。そして、各小ブロック内における対角線上に位置する画素データ（画素値）の差分が算出され、その差分の絶対値のうち小さい方が選択される。選択された差分値が、さらに所定の閾値と比較され、差分値が閾値より小さい小ブロックの総数が、フラットネスとしてピクチャ毎に求められる。

なお、フラットネスの値は、画像の図柄が空間的に複雑であるほど小さくなり、平坦であれば大きくなる。このフラットネスは、符号化難易度Djと、強い負の相関関係を行する。従って、圧縮符号化前にIピクチャとなるピクチャの符号化難易度Djをフラットネスから求め、このフラットネスからIピクチャに対する目標符号量T(j)を求めることができる。

以上のように、固定ビットレートに用いるレートコントロール方法を用いながら、GOPの途中でビットレートが変更できるようにしたので、絵柄の符号が難易度の変化に速やかに対応して、ビットレートを変更することができる。その結果、各プログラムのGOPの位相が同期していないような場合においても、伝送容量を無駄なく有効に使用することができ、全体として画質の向上を図ることができる。

また、固定ビットレートエンコードで使用されるレートコントロール方法を使用することにより、VBVバッファ（またはデコーダのバッファ）のアンダーフローまたはオーバーフローをおこさない

のようなレートコントロールが統計多重の場合にまで拡張することができる。

本発明は、必ずしも統計多重に限らず、例えば、ハードディスクのような記録メディアに蓄積保存するためにデータをエンコードするような場合、固定レート符号化のレートコントロール方法を用いながら、シームレスにビットレートを変更するのに適用することができ、絵柄に応じてビットレートを変更し、結果的に所定の画質を実現する蓄積メディアの容量を節約することが可能となる。

上述の実施の形態においては、TM5のアルゴリズムによりGOPを単位にして目標符号量を計算する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、符号化処理するピクチャから所定数のピクチャを単位にして目標伝送レートによる符号量を計算して目標符号量を算出する場合等においても、広く適用することができる。

また上述の実施の形態においては、残り未符号化ピクチャに割り当てられる符号量Rを補正することにより、ピクチャ単位でビットレートを変更する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、GOP単位でビットレートを変更する場合等にも広く適用することができる。

さらに上述の実施の形態においては、MPEGにより各プログラムを符号化処理して伝送する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、種々の符号化方式により種々のプログラムを符号化処理して伝送する場合に広く適用することができる。

なお、本明細書において、システムとは、複数の装置により構成される装置全体を表すものとする。

また、上記したような処理を行うコンピュータプログラムをユー

ザに提供する提供媒体としては、磁気ディスク、CD-ROM、固体メモリなどの記録媒体の他、ネットワーク、衛星などの通信媒体を利用することができる。

以上の如く、本発明によれば、指定ビットレートが第1のビットレートから第2のビットレートに変更されたとき、第2のビットレートに応じて仮想バッファの使用可能範囲を規定すると共に、ビットストリームのデータ占有量が使用可能範囲内になるように、目標ビット量を制御するようにした。

本発明によれば、バッファの遅延量が予め設定された規定遅延時間以上にならないように、規定遅延時間と指定ビットレートに応じて仮想バッファの使用可能範囲を規定すると共に、ビットストリームのデータ占有量が使用可能範囲内になるように、符号化手段を制御するようにした。

本発明によれば、指定ビットレートが、仮想バッファのサイズと予め設定された規定遅延時間によって定義される規定ビットレート以下に変更された場合、変更された指定ビットレートに応じて仮想バッファの使用可能範囲を規定すると共に、ビットストリームのデータ占有量が使用可能範囲内に制限されるように、符号化手段を制御するようにした。

本発明によれば、指定ビットレートが第1のビットレートから第2のビットレートに変更されたとき、第2のビットレートに応じて仮想バッファの使用可能範囲を規定すると共に、ビットストリームのデータ占有量が使用可能範囲内になるように、目標ビット量を制御するようにした。

本発明によれば、仮想バッファの遅延量が予め設定された規定遅

延時間以上にならないように、規定遅延時間と指定ビットレートに応じて仮想バッファの使用可能範囲を規定すると共に、ビットストリームのデータ占有量が使用可能範囲内になるように、符号化工程を制御するようにした。

本発明によれば、指定ビットレートが、仮想バッファのサイズと予め設定された規定遅延時間によって定義される規定ビットレート以下に変更された場合、変更された指定ビットレートに応じて仮想バッファの使用可能範囲を規定すると共に、ビットストリームのデータ占有量が使用可能範囲内に制限されるように、符号化工程を制御するようにした。

従って、いずれの場合においても、符号化装置と復号装置の間の遅延量を増加させることなく、ビットレートのシームレスな変更が広範囲にわたって可能となり、生放送などのようなリアルタイム性が要求されるような場合においても適用が可能となる。

#### 符号の説明

- 1 画像多重化システム, 2-1 乃至 2-n 画像符号化装置,
- 3 コントローラ, 4 多重化装置, 1 1 画像並べ替え回路, 1 2 走査変換マクロブロック化回路, 1 3 減算回路, 1 4 DCT回路, 1 5 量子化回路, 1 6 可変長符号化回路, 1 7 バッファメモリ, 1 8 逆量子化回路, 1 9 逆DCT回路, 2 0 加算回路, 2 1 動き検出回路, 2 2 動き補償回路, 2 3 レートコントローラ, 2 4 コントローラ, 3 1 複雑差計算回路, 3 2 目標ビット量設定回路, 3 3 量子化スケールコード決定回路

## 請求の範囲

1. 指定ビットレートに基いてビデオデータを符号化する符号化装置において、

上記指定ビットレートに基いて、各ピクチャに対して割り当てられる目標ビット量をそれぞれ演算する制御手段と、

上記制御手段によって制御された目標ビット量に基いて、上記符号化対象ピクチャを符号化する符号化手段と、

上記符号化手段から出力されるビットストリームのビット量を検証するための仮想バッファ手段とを備え、

上記制御手段は、

符号化対象ピクチャを符号化する場合に、上記指定ビットレートが第1のビットレートから第2のビットレートに変更されたときは、上記第2のビットレートに応じて上記仮想バッファの使用可能範囲を規定すると共に、

上記符号化手段から出力されるビットストリームのデータ占有量が上記使用可能範囲内になるように、上記符号化手段に供給される上記目標ビット量を制御する

ことを特徴とする符号化装置。

2. 上記制御手段は、

上記符号化対象ピクチャを上記目標ビット量に基いて符号化した場合の上記仮想バッファのデータ占有量が、上記仮想バッファの使用可能範囲内にあるか否かを検証し、その検証結果に応じて上記符号化対象ピクチャの前のピクチャに割り当てられる目標ビット量を補

正する

ことを特徴とする請求の範囲第1項記載の符号化装置。

3. 上記制御手段は、

上記符号化対象ピクチャを上記目標ビット量に基いて符号化した場合の上記仮想バッファのデータ占有量が、上記仮想バッファの使用可能範囲の上限を越えている場合には、上記符号化対象ピクチャの前のピクチャに割り当てられる目標ビット量を、上記目標ビット量を上記仮想バッファの使用可能範囲の上限を越えている分だけ増やすことを特徴とする請求の範囲第1項記載の符号化装置。

4. 上記符号化対象ピクチャに割り当てられる目標ビット量は、

上記符号化対象ピクチャを含んだG O Pにおいてまだ符号化されていない未符号化ピクチャに対して割り当てられるビット量を、上記符号化対象ピクチャのピクチャタイプに応じて配分することによって求められる

ことを特徴とする請求の範囲第2項記載の符号化装置。

5. 上記制御手段は、

上記第1のビットレートにおける1ピクチャあたりのビット量と上記第2のビットレートにおける1ピクチャあたりのビット量との差分に、上記未符号化ピクチャの枚数を乗算した値で上記未符号化ピクチャのビット量を補正し、

この補正された未符号化ピクチャのビット量に基いて上記符号化対象ピクチャの目標ビット量を演算する

ことを特徴とする請求の範囲第4項記載の符号化装置。

6. 上記制御手段は、

上記符号化対象ピクチャの直前のピクチャまでを上記第1のビット

レートで符号化し、上記符号化対象ピクチャから第2のビットレートで符号化する場合において、上記符号化対象ピクチャ以降の未符号化ピクチャのビット量を、上記直前のピクチャ以降の未符号化ピクチャに割り当てられるビット量から上記直前のピクチャの符号化処理による発生ビット量を減算することによって求めることを特徴とする請求の範囲第5項記載の符号化装置。

7. 上記第1のビットレートに対応した上記仮想バッファの使用可能範囲を示す第1の仮想バッファサイズは、上記仮想バッファの遅延量が予め設定された遅延時間以上にならないように、上記第1のビットレートと上記設定遅延時間とに基いて演算され、

上記第2のビットレートに対応した上記仮想バッファの使用可能範囲を示す第2の仮想バッファサイズは、上記仮想バッファの遅延量が予め設定された遅延時間以上にならないように、上記第2のビットレートと上記設定遅延時間とに基いて演算され、

上記制御手段は、

上記第1の仮想バッファサイズと上記第2の仮想バッファサイズの差分によって、上記符号化対象ピクチャ以降の未符号化ピクチャのビット量を補正する

ことを特徴とする請求の範囲第6項記載の符号化装置。

8. 上記G O Pにおいて $j + 1$ 番目のピクチャである符号化対象ピクチャ( $j+1$ )を符号化する場合に、上記対象G O Pにおいて符号化対象ピクチャ( $j+1$ )を含む未符号化ピクチャに対して割り当てられるビット量 $R(j+1)$ は、下式

$$R(j+1) = R(j) - S(j)$$

によって計算され、

上記符号化対象ピクチャ(j+1)に対して割り当てられる目標ビット量は、上記未符号化ピクチャに対して割り当てられるビット量R(j+1)に基いて演算される

ことを特徴とする請求の範囲第4項記載の符号化装置。

9. 上記符号化対象ピクチャ(j+1)が上記対象GOPの途中のピクチャであって、

上記符号化対象ピクチャの前のピクチャ(j)までを上記第1のビットレートで符号化し、上記符号化対象ピクチャ(j+1)から第2のビットレートで符号化する場合において、

上記制御手段は、

上記第1のビットレートに対応した上記仮想バッファの使用可能範囲を示す第1の仮想バッファサイズを、上記仮想バッファの遅延量が予め設定された遅延時間以上にならないように、上記第1のビットレートと上記設定遅延時間に基いて演算し、

上記第2のビットレートに対応した上記仮想バッファの使用可能範囲を示す第2の仮想バッファサイズを、上記仮想バッファの遅延量が予め設定された遅延時間以上にならないように、上記第2のビットレートと上記設定遅延時間に基いて演算する

ことを特徴とする請求の範囲第8項記載の符号化装置。

10. 上記制御手段は、

上記未符号化ピクチャに対して割り当てられるビット量R(j+1)は、右辺のR(j+1)は、請求の範囲第9において補正された未符号化ピクチャに対して割り当てられるビット量を示し、

vbv\_size(j)は、第1のビットレートに対応した第1の仮想バッファサイズを示し、

`vbv_size(j+1)` は、第 2 のビットレートに対応した第 2 の仮想バッファサイズを示しているとき、

下式

$$R(j+1) = R(j+1) + (vBV\_size(j) - vBV\_size(j+1))$$

に基いて補正される

ことを特徴とする請求の範囲第 9 項記載の符号化装置。

1 1 . 上記符号化対象ピクチャ(j+1)を含む G O P における上記ピクチャ(j+1)以降の未符号化ピクチャのビット量  $R(j+1)$  を、

`bit_rate(j)` は、第 1 のビットレートを示し、

`bit_rate(j+1)` は、第 2 のビットレートを示し、

$N$  は、G O P に含まれるピクチャの枚数を示し、

`picture_rate` は、フレームレートを示し、

$R(j+1)$  は、請求の範囲第 10 において補正された未符号化ピクチャに対して割り当てられるビット量を示しているとき、

下式

$$R(j+1) = (bit\_rate(j+1) - bit\_rate(j)) \times (N - j) \\ / picture\_rate + R(j+1)$$

によって補正する

ことを特徴とする請求の範囲第 10 項記載の符号化装置。

1 2 . 上記ピクチャ(j)に対して割り当てられる目標ビット量  $T(j)$  は、

$T_i(j)$  は、上記ピクチャ(j)が I ピクチャの場合の目標ビット量を示し、

$T_p(j)$  は、上記ピクチャ(j)が P ピクチャの場合の目標ビット量を示し、

$T_b(j)$  は、上記ピクチャ(j)が B ピクチャの場合の目標ビット量を示し、

$R(j)$  は、上記符号化対象ピクチャ(j)を含む G O P におけるピクチャ(j)以降の未符号化ピクチャに割り当てるビット量を示し、

$X_i$  は、I ピクチャの画面の複雑さを表わすグローバルコンプレクシティを示し、

$X_p$  は、P ピクチャの画面の複雑さを表わすグローバルコンプレクシティを示し、

$X_b$  は、B ピクチャの画面の複雑さを表わすグローバルコンプレクシティを示し、

$N_p$  は、上記符号化対象ピクチャ(j)を含む G O P においてまだ符号化されていない P ピクチャの枚数を示し、

$N_b$  は、上記符号化対象ピクチャ(j)を含む G O P においてまだ符号化されていない B ピクチャの枚数を示し、

$K_p$  は、I ピクチャの量子化スケールコードを基準とした P ピクチャの量子化スケールコードの比率を示し、

$K_b$  は、I ピクチャの量子化スケールコードを基準とした B ピクチャの量子化スケールコードの比率を示しているとき、

下式

$$T_i(j) = \max \left( \frac{R(j)}{1 + \frac{N_p X_p}{X_i K_p} + \frac{N_b X_b}{X_i K_b}}, \frac{\text{bit\_rate}}{8 \times \text{picture\_rate}} \right)$$

$$T_p(j) = \max \left( \frac{R(j)}{N_p + \frac{N_b K_p X_b}{K_b X_p}}, \frac{\text{bit\_rate}}{8 \times \text{picture\_rate}} \right)$$

$$T_b(j) = \max \left( \frac{R(j)}{N_b + \frac{N_p K_b X_p}{K_p X_b}}, \frac{\text{bit\_rate}}{8 \times \text{picture\_rate}} \right)$$

によって計算される

ことを特徴とする請求の範囲第1 1項記載の符号化装置。

1 3 . 上記制御手段は、

上記指定ビットレートを上記第1のビットレートから上記第2のビットレートに変更したときに、上記ピクチャ(j+1)を符号化した後の上記仮想バッファのデータ占有量  $B^*(j+1)$  が、上記第2の仮想バッファサイズ範囲内であるかを検証するために、上記ピクチャ(j+1)を符号化した後の上記仮想バッファのデータ占有量  $B^*(j+1)$  を、

$B^*(j)$  は、上記ピクチャ(j)を符号化した後の上記仮想バッファのデータ占有量を示し、 $T(j)$  は、上記ピクチャ(j)に対して割り当てる目標ビット量を示し、

$t(j)$  は、上記ピクチャ(j)をデコードする時間を示し、

$t(j+1)$  は、上記ピクチャ(j+1)をデコードする時間を示し、

$bit\_rate(j+1)$  は、上記第2のビットレートを示しているとき、  
下式

$$B^*(j+1) = B^*(j) - T(j) + (t(j+1) - t(j)) \times bit\_rate(j+1)$$

に基づいて演算する

ことを特徴とする請求の範囲第1 2項記載の符号化装置。

1 4 . 上記制御手段は、

上記指定ビットレートを上記第1のビットレートから上記第2のビットレートに変更したときに、上記ピクチャ(j+1)を符号化した後の上記仮想バッファのデータ占有量が、上記第2の仮想バッファサイズよりも大きい場合には、上記ピクチャ(j)に対して割り当てる目標ビット量  $T(j)$  を、

右辺の  $T(j)$  は、請求の範囲第 1 2 において計算されたピクチャ  $(j)$  に対して割り当てられる目標ビット量を示し、

$B^*(j+1)$  は、上記ピクチャ  $(j+1)$  を符号化した後の上記仮想バッファのデータ占有量を示し、

$vbv\_size(j+1)$  は、上記第 2 のビットレートに対応した第 2 の仮想バッファサイズを示しているとき、

下式

$$T(j) = T(j) + (B^*(j+1) - vbv\_size(j+1))$$

に基いて補正する

ことを特徴とする請求の範囲第 1 3 項記載の符号化装置。

15. 指定ビットレートに基いてビデオデータを符号化する符号化装置において、

上記指定ビットレートに基いて、各ピクチャに対して割り当てられる目標ビット量をそれぞれ演算する制御手段と、

上記制御手段によって制御された目標ビット量に基いて、上記符号化対象ピクチャを符号化する符号化手段と、

上記符号化手段から出力されるビットストリームのビット量を検証するための仮想バッファ手段とを備え、

上記制御手段は、

上記仮想バッファの遅延量が予め設定された規定遅延時間以上にならないように、該規定遅延時間と上記指定ビットレートに応じて上記仮想バッファの使用可能範囲を規定すると共に、上記符号化手段から出力されるビットストリームのデータ占有量が上記使用可能範囲内になるように、上記符号化手段を制御する

ことを特徴とする符号化装置。

16. 指定ビットレートに基いてビデオデータを符号化する符号化装置において、

上記指定ビットレートに基いて、各ピクチャに対して割り当てられる目標ビット量をそれぞれ演算する制御手段と、

上記制御手段によって制御された目標ビット量に基いて、上記符号化対象ピクチャを符号化する符号化手段と、

上記符号化手段から出力されるビットストリームのビット量を検証するための仮想バッファ手段とを備え、

上記制御手段は、

上記指定ビットレートが、上記仮想バッファのサイズと予め設定された規定遅延時間によって定義される規定ビットレート以下に変更された場合には、

上記変更された指定ビットレートに応じて上記仮想バッファの使用可能範囲を規定すると共に、上記符号化手段から出力されるビットストリームのデータ占有量が上記使用可能範囲内に制限されるよう、上記符号化手段を制御する

ことを特徴とする符号化装置。

17. 指定ビットレートに基いてビデオデータを符号化する符号化方法において、

上記指定ビットレートに基いて、各ピクチャに対して割り当てられる目標ビット量をそれぞれ演算する制御工程と、

上記制御工程によって制御された目標ビット量に基いて、上記符号化対象ピクチャを符号化する符号化工程と、

上記符号化工程から出力されるビットストリームのビット量を検証するための仮想バッファ工程とを備え、

上記制御工程において、

符号化対象ピクチャを符号化する場合に上記指定ビットレートが第1のビットレートから第2のビットレートに変更されたときには、上記第2のビットレートに応じて上記仮想バッファの使用可能範囲を規定すると共に、

上記符号化工程から出力されるビットストリームのデータ占有量が上記使用可能範囲内になるように、上記符号化工程に供給される上記目標ビット量を制御する

ことを特徴とする符号化方法。

18. 指定ビットレートに基いてビデオデータを符号化する符号化方法において、

上記指定ビットレートに基いて、各ピクチャに対して割り当てられる目標ビット量をそれぞれ演算する制御工程と、

上記制御工程によって制御された目標ビット量に基いて、上記符号化対象ピクチャを符号化する符号化工程と、

上記符号化工程から出力されるビットストリームのビット量を検証するための仮想バッファ工程とを備え、

上記制御工程において、

上記仮想バッファの遅延量が予め設定された規定遅延時間以上にならないように、該規定遅延時間と上記指定ビットレートに応じて上記仮想バッファの使用可能範囲を規定すると共に、上記符号化工程から出力されるビットストリームのデータ占有量が上記使用可能範囲内になるように、上記符号化工程を制御する

ことを特徴とする符号化方法。

19. 指定ビットレートに基いてビデオデータを符号化する符号

化方法において、

上記指定ビットレートに基いて、各ピクチャに対して割り当てられる目標ビット量をそれぞれ演算する制御工程と、

上記制御工程によって制御された目標ビット量に基いて、上記符号化対象ピクチャを符号化する符号化工程と、

上記符号化工程から出力されるビットストリームのビット量を検証するための仮想バッファ工程とを備え、

上記制御工程において、

上記指定ビットレートが、上記仮想バッファのサイズと予め設定された規定遅延時間によって定義される規定ビットレート以下に変更された場合には、

上記変更された指定ビットレートに応じて上記仮想バッファの使用可能範囲を規定すると共に、上記符号化工程から出力されるビットストリームのデータ占有量が上記使用可能範囲内に制限されるよう、上記符号化工程を制御する

ことを特徴とする符号化方法。

1/28

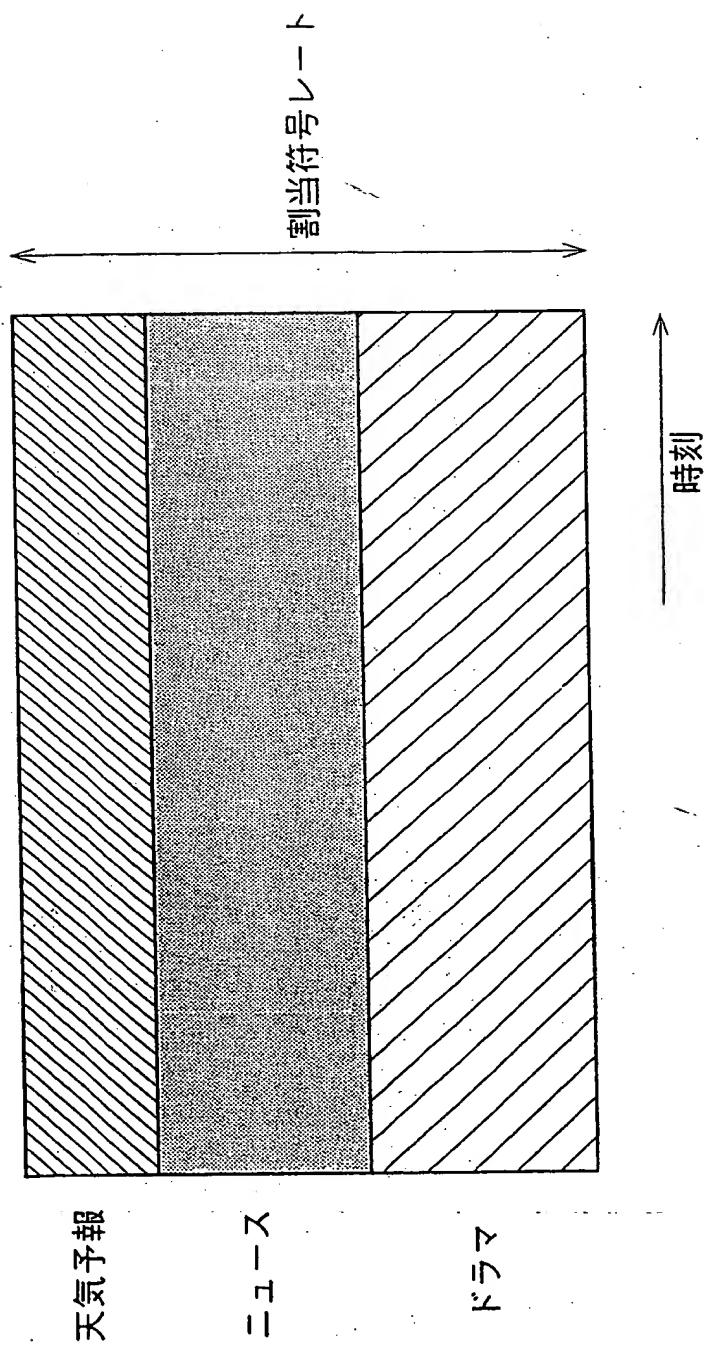


FIG.1

2/28

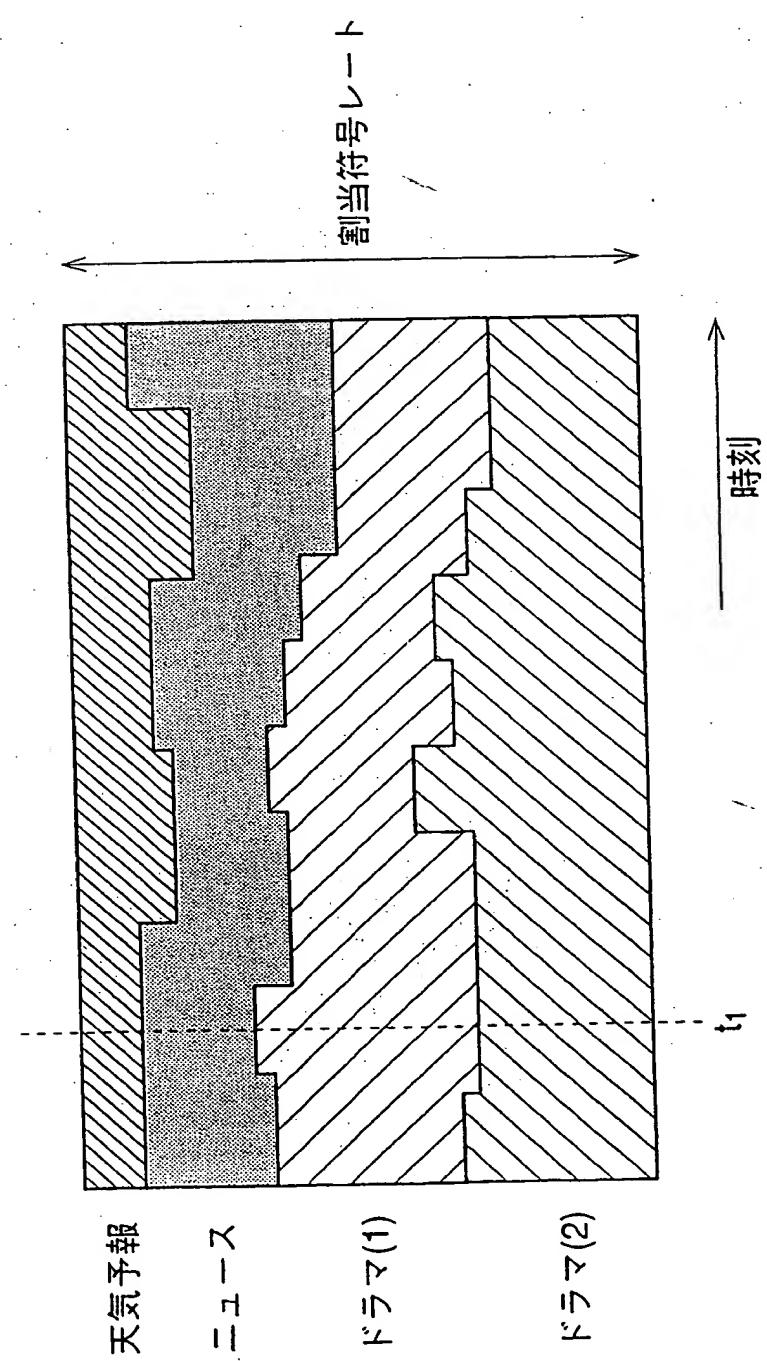
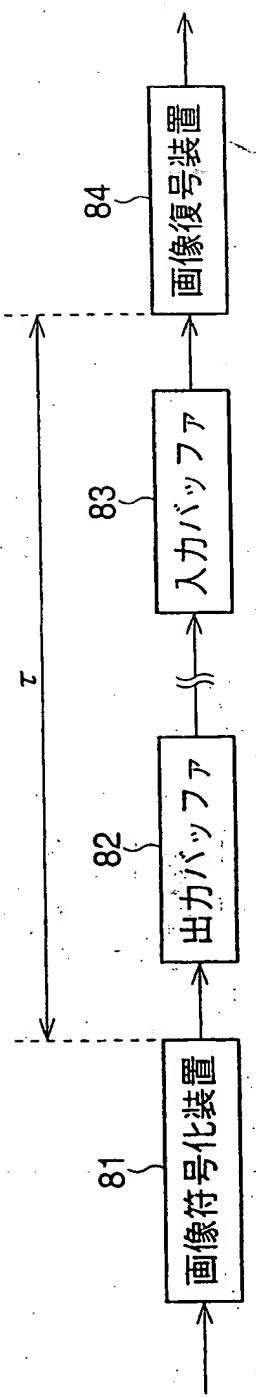


FIG.2

3/28



デジタル放送システム

FIG.3

4/28

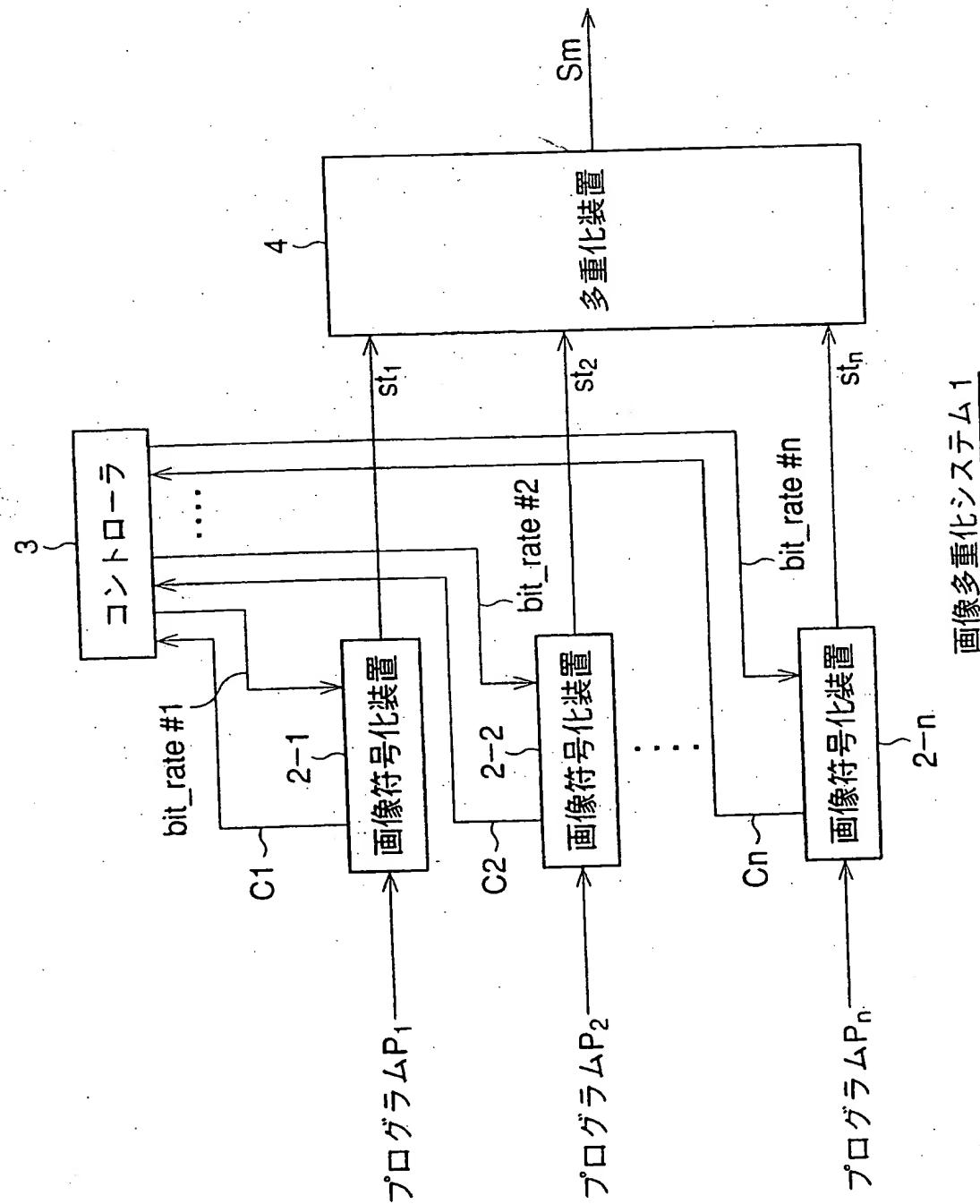
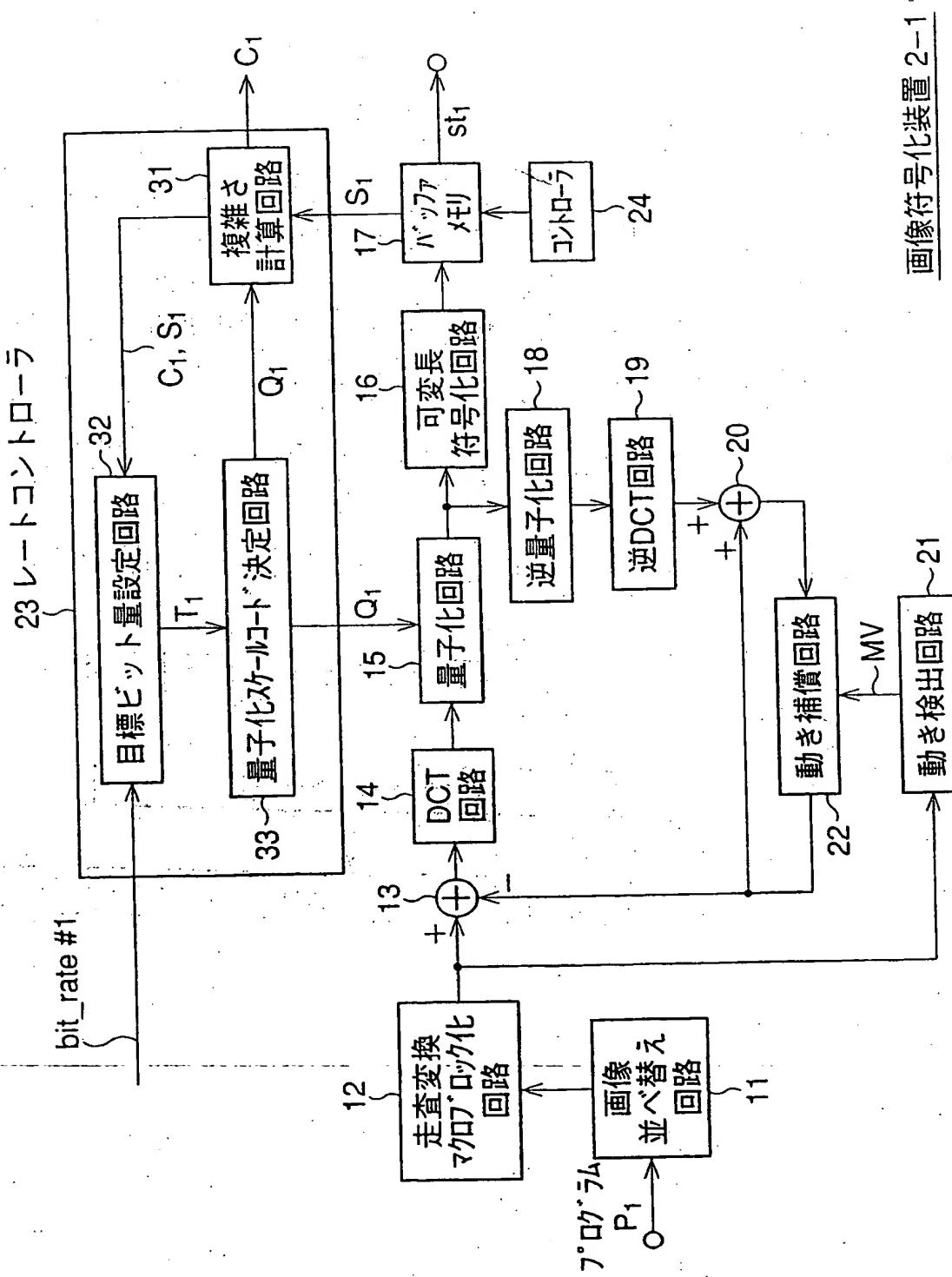


FIG.4



5  
FIG

6/28

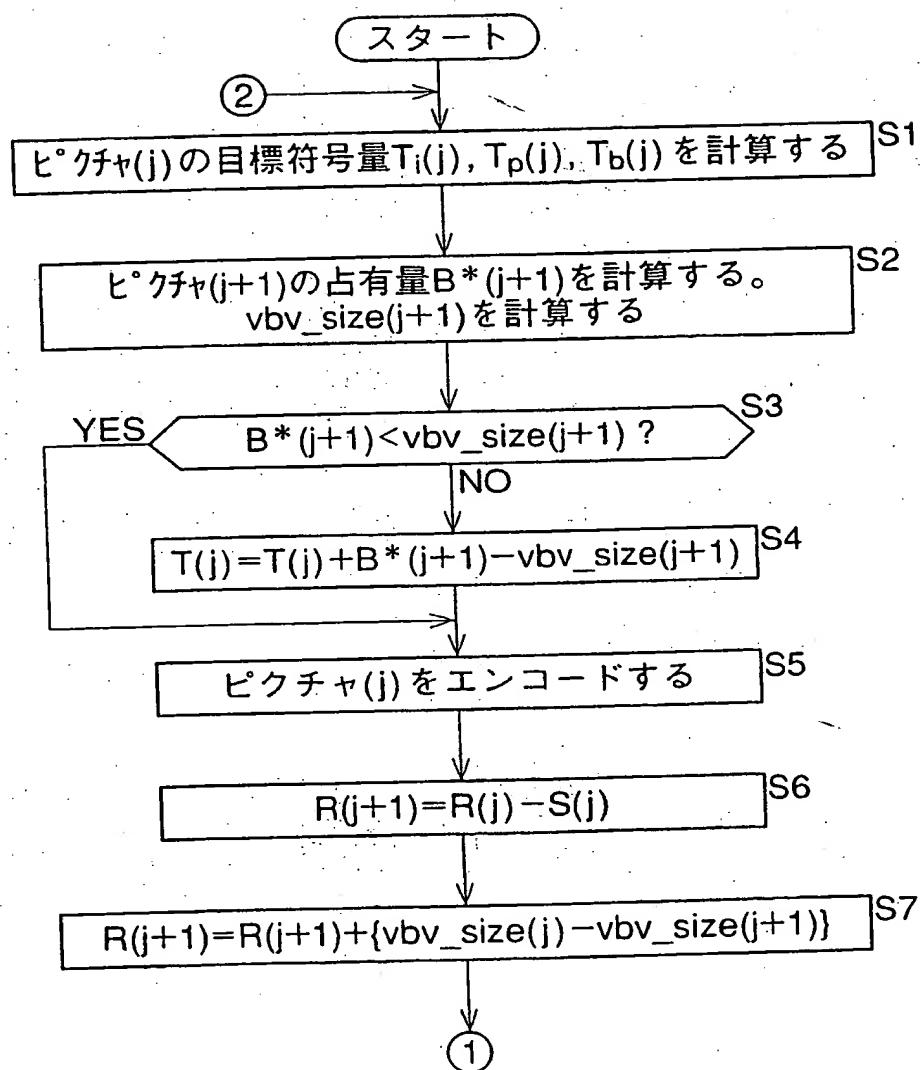


FIG.6

7/28

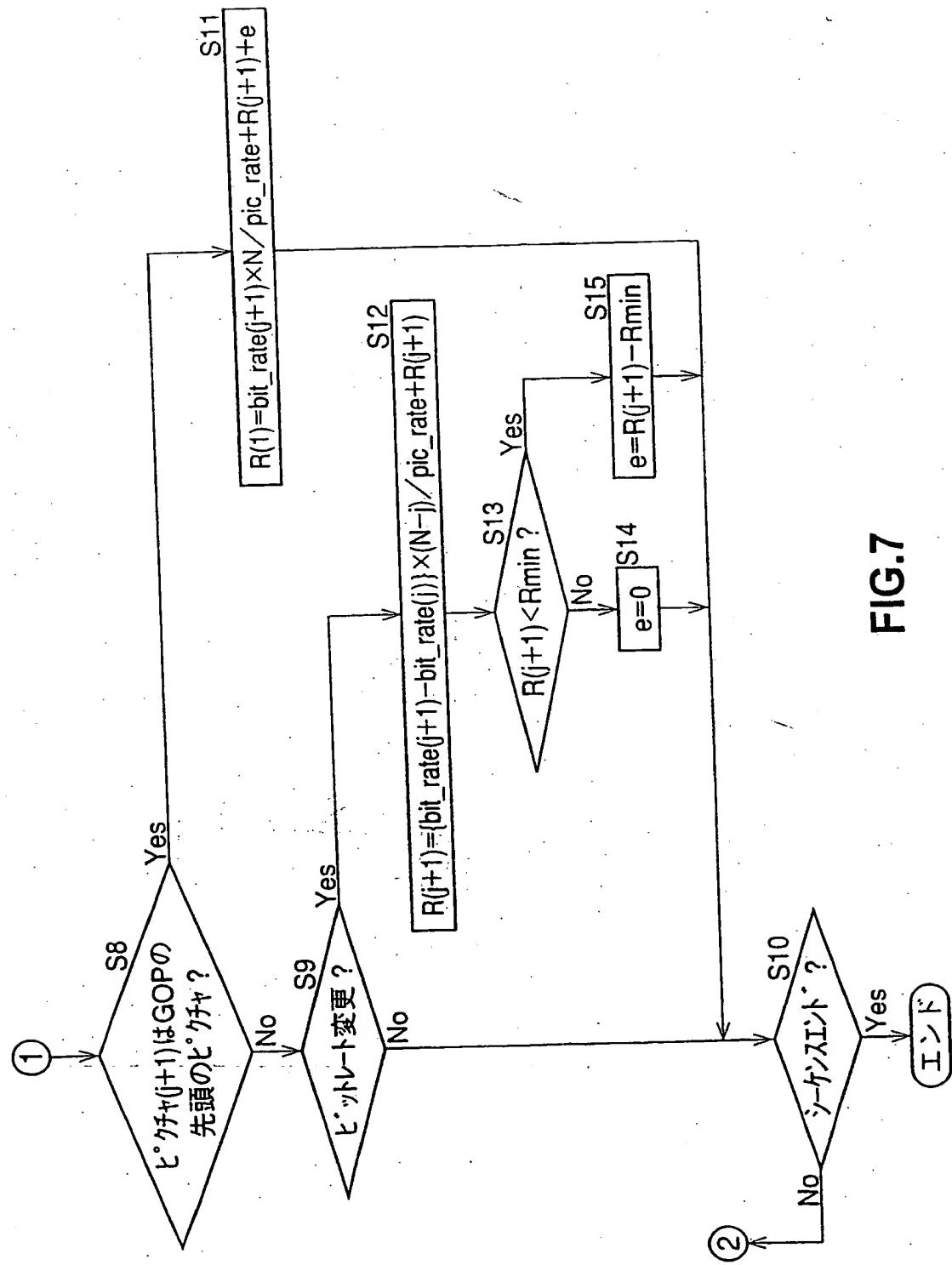


FIG.7

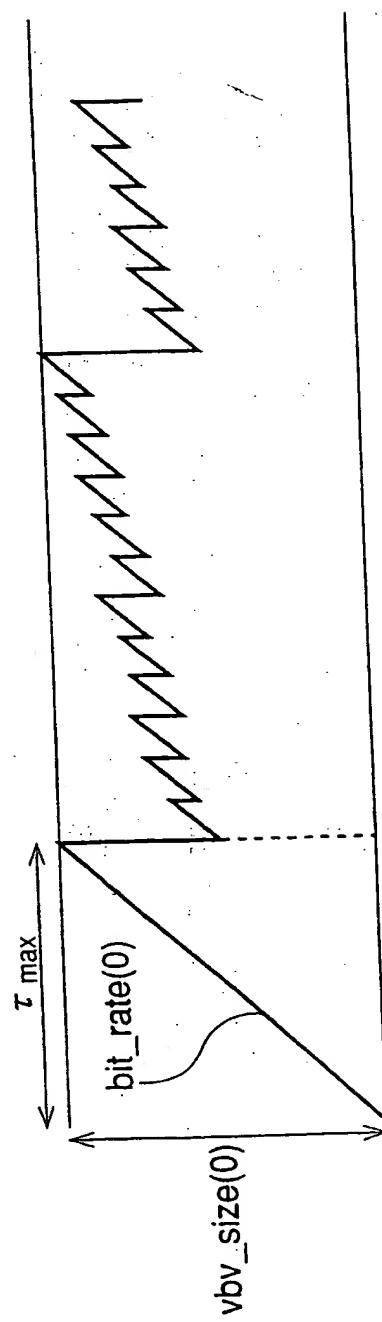


FIG.8

9/28

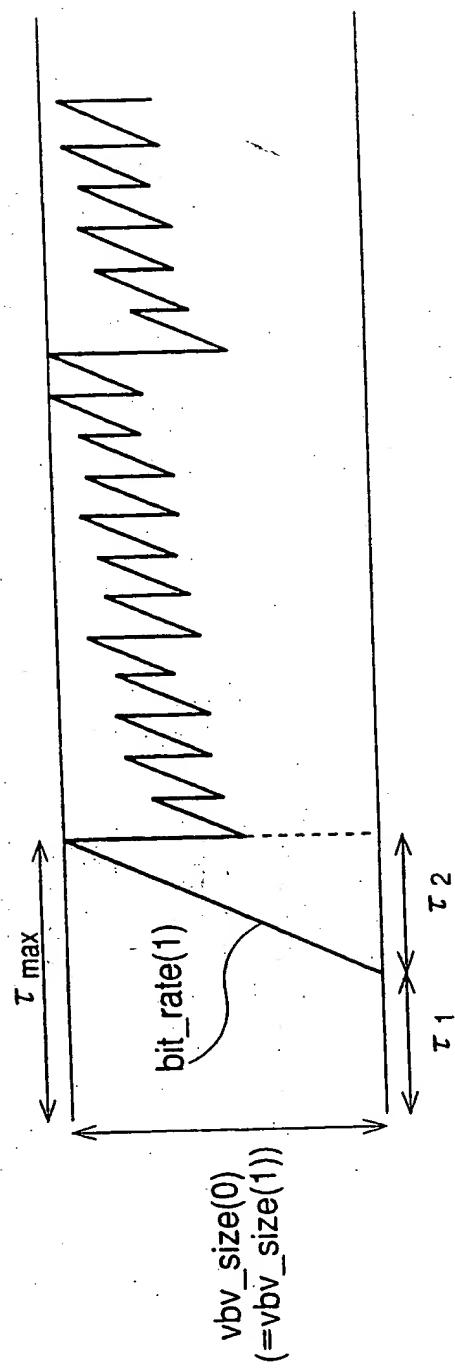


FIG.9

10/28

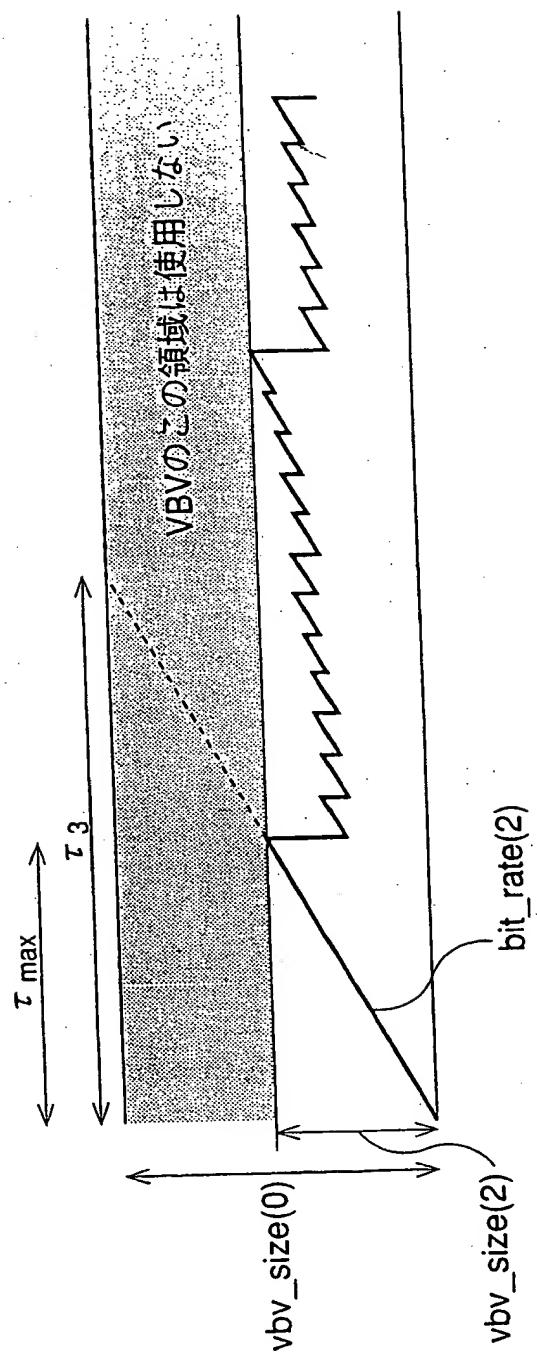


FIG.10

11/28

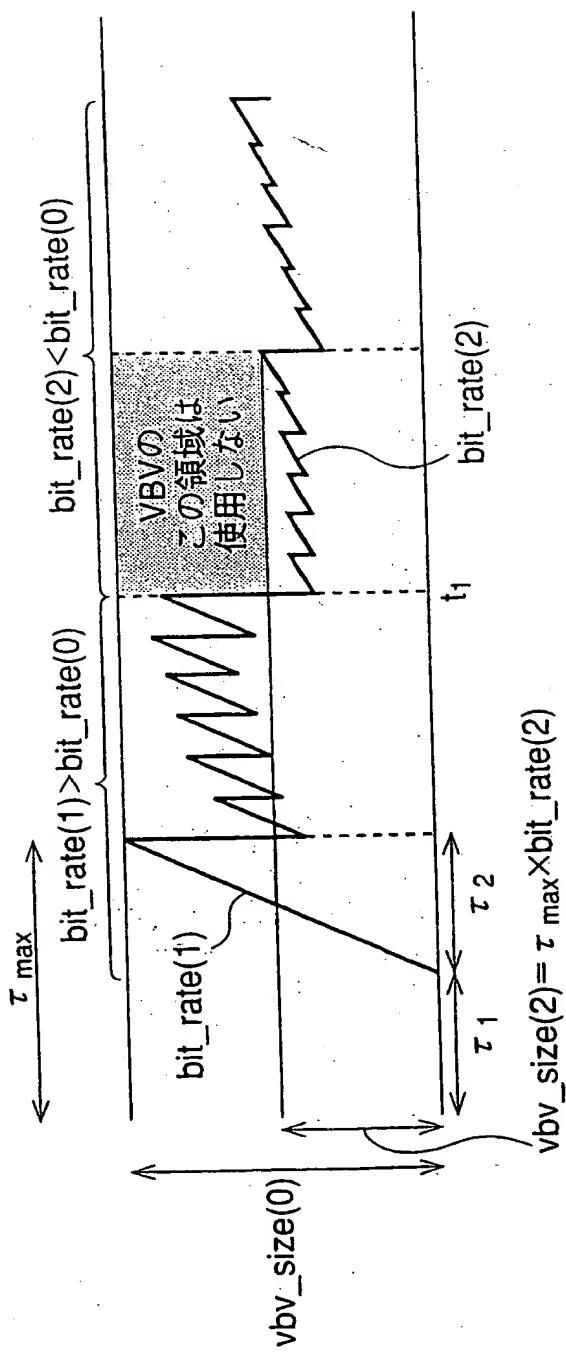


FIG.11

12/28

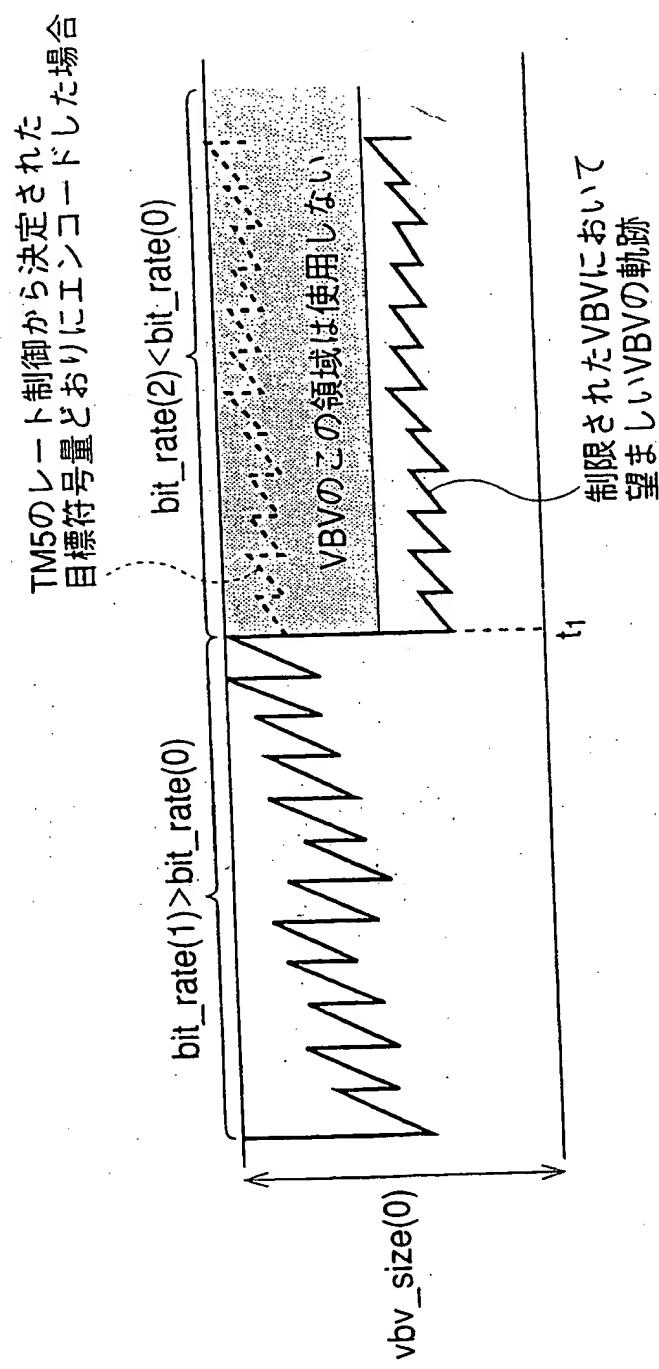


FIG.12

13/28

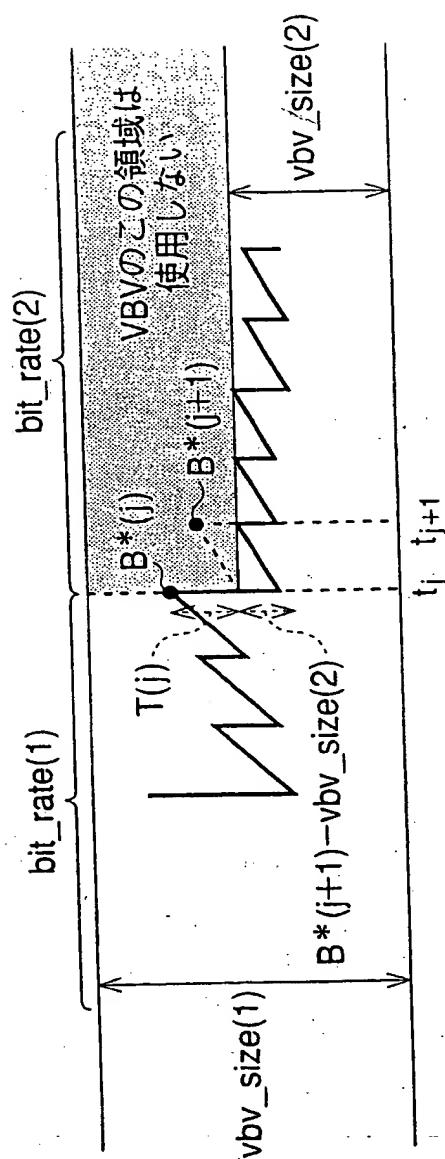


FIG.13

14/28

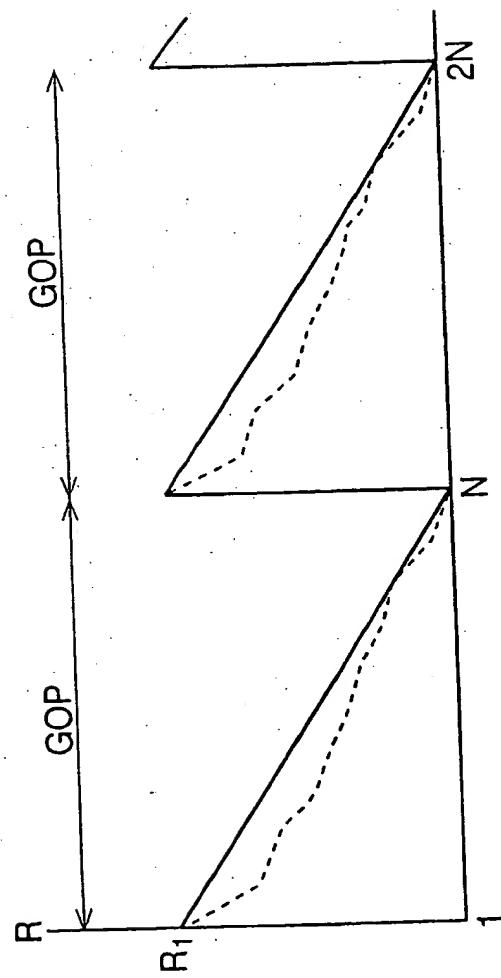


FIG.14

15/28

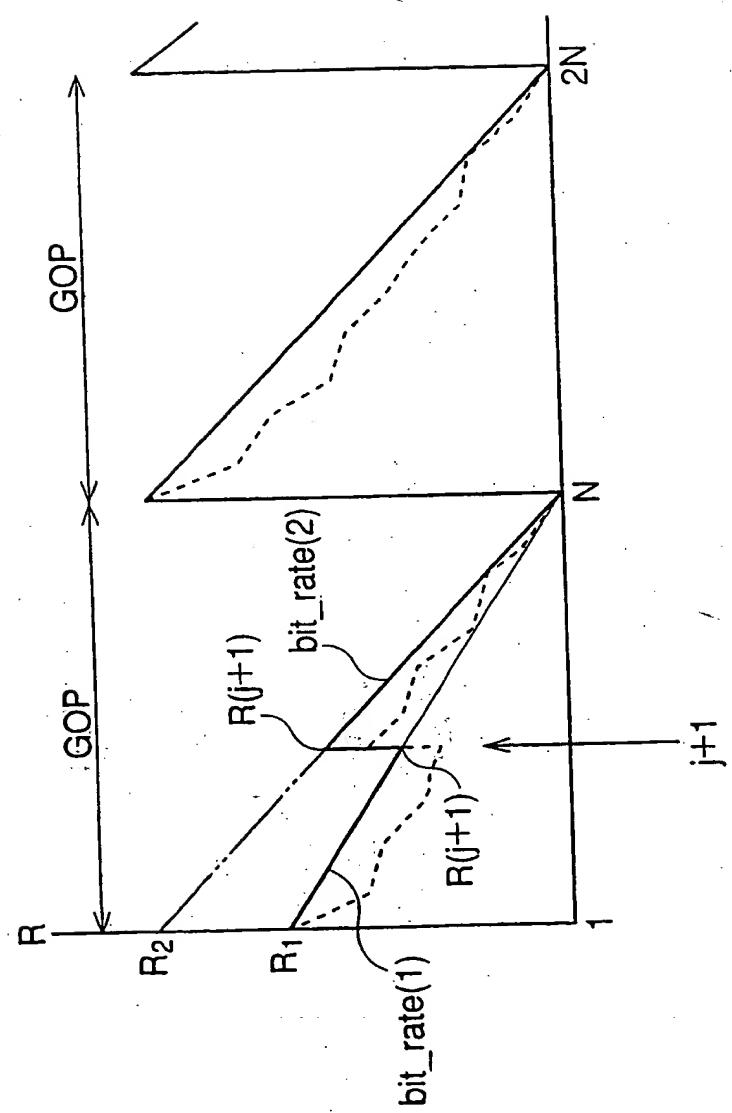


FIG.15

16/28

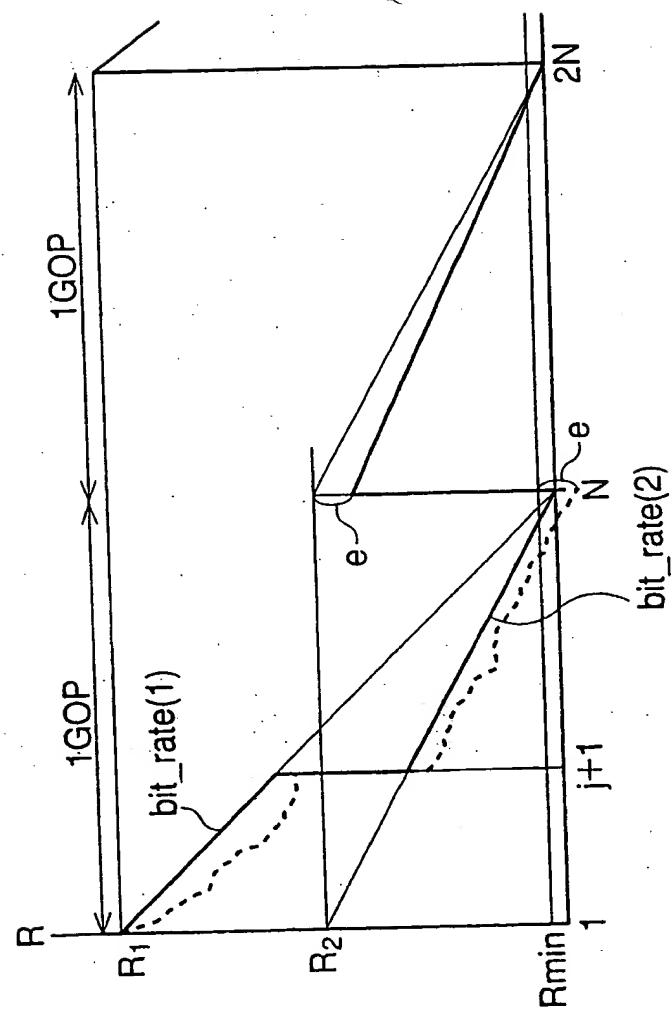


FIG.16

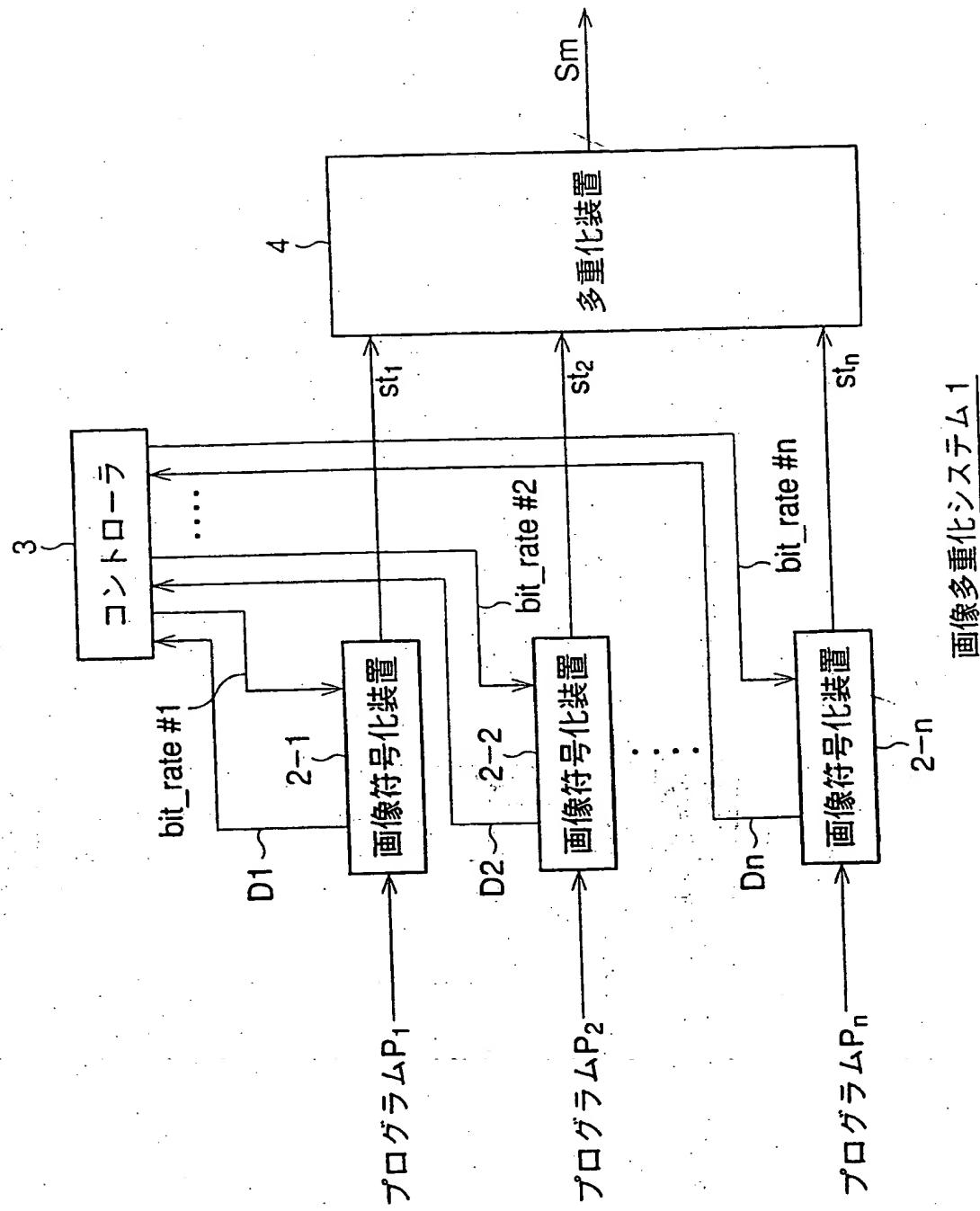


FIG.17

18/28

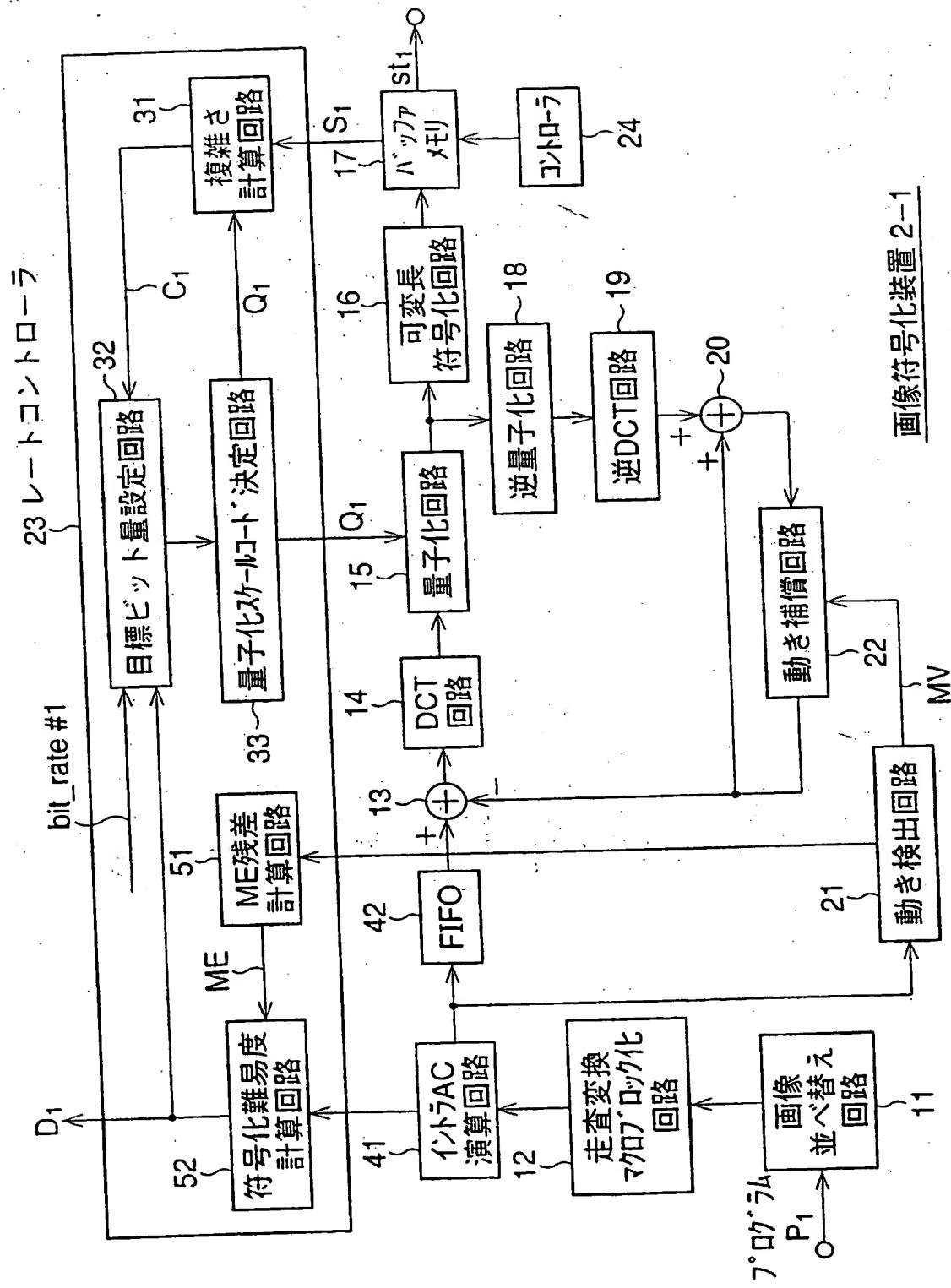


FIG.18

19/28

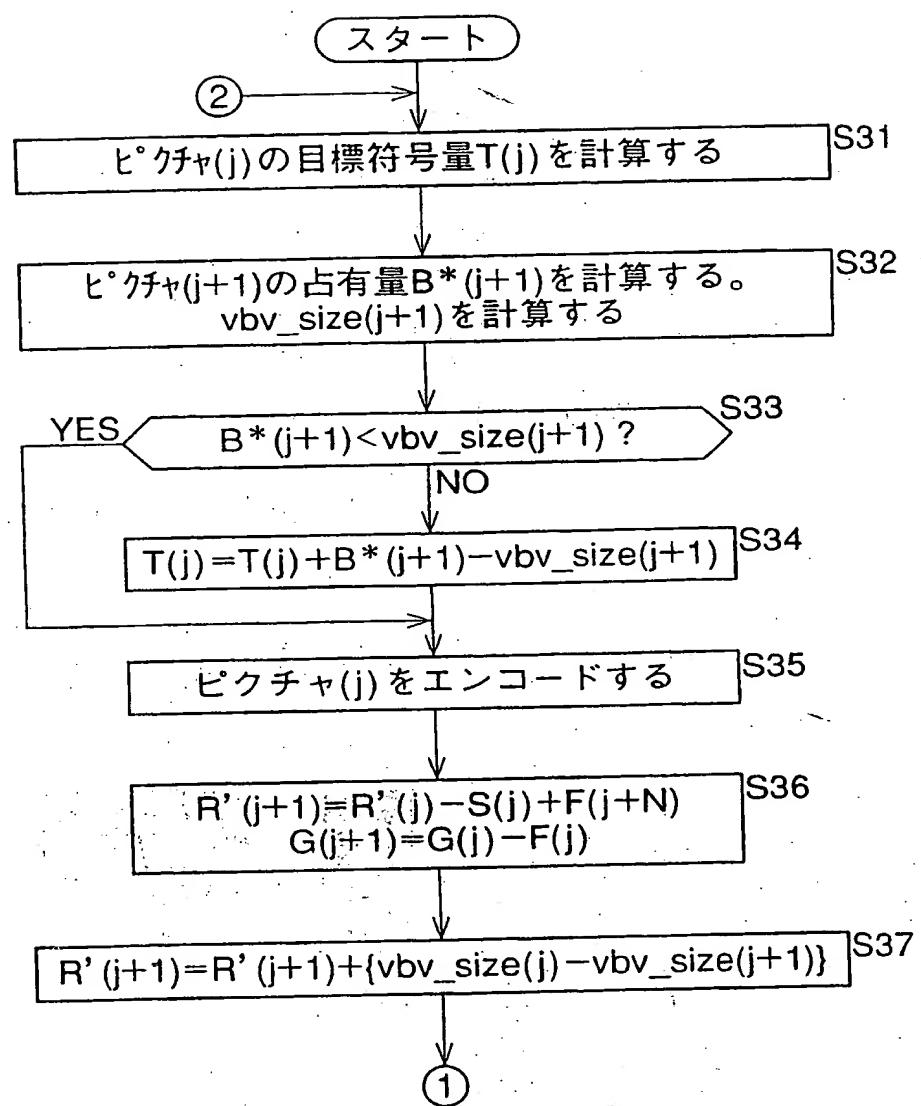


FIG.19

20/28

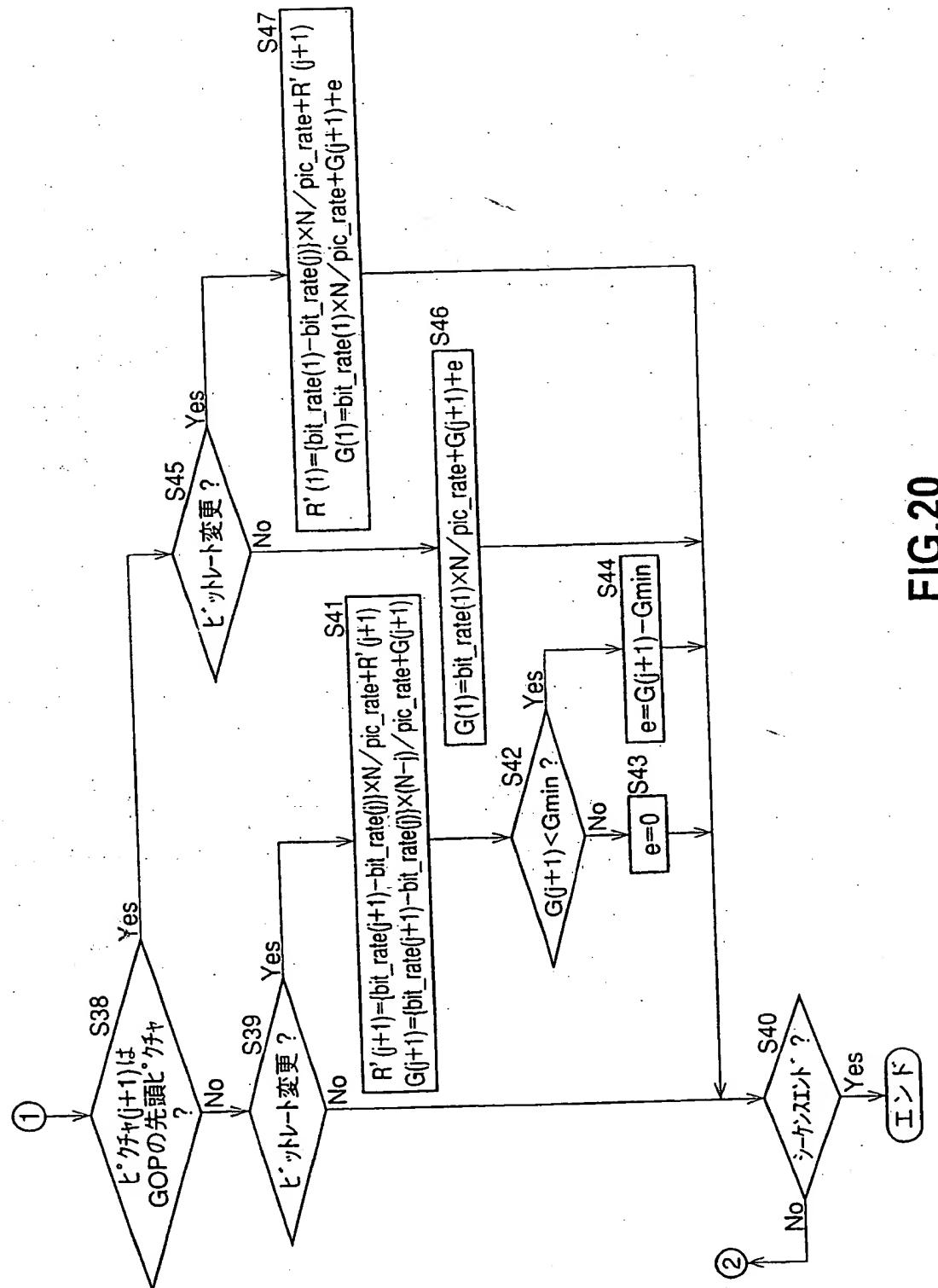


FIG.20

21/28

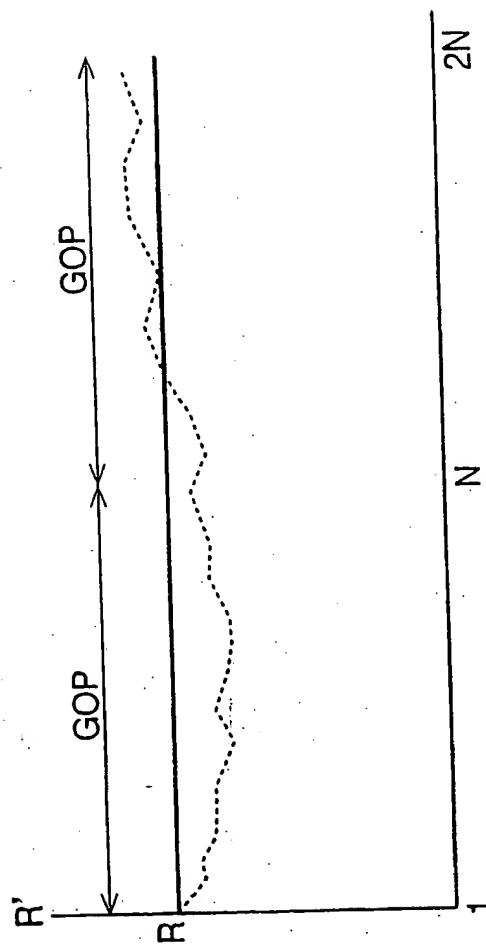


FIG.21

22/28

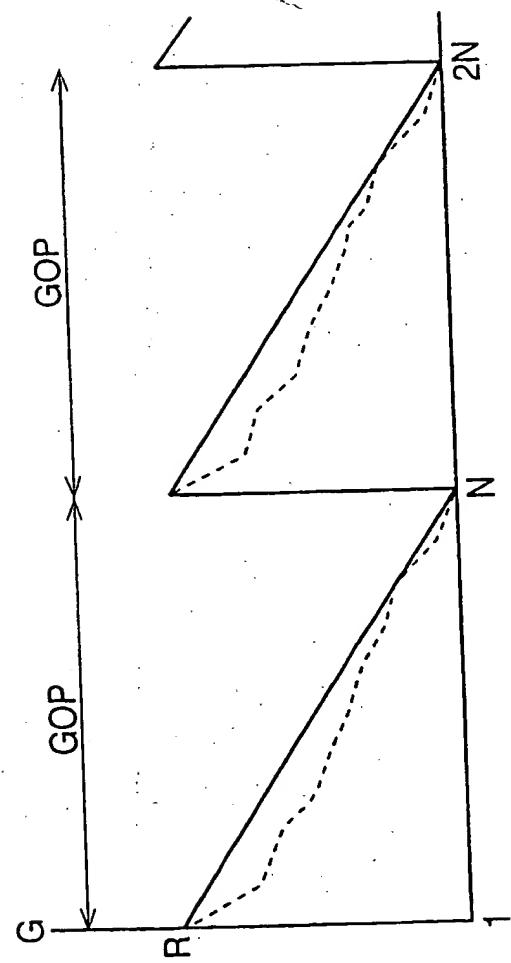


FIG.22

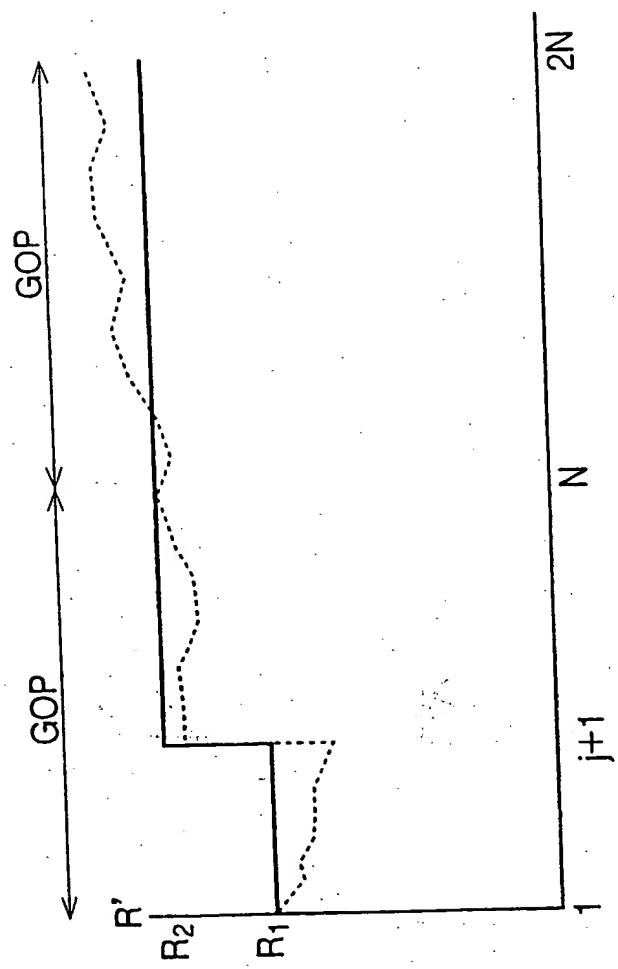


FIG. 23

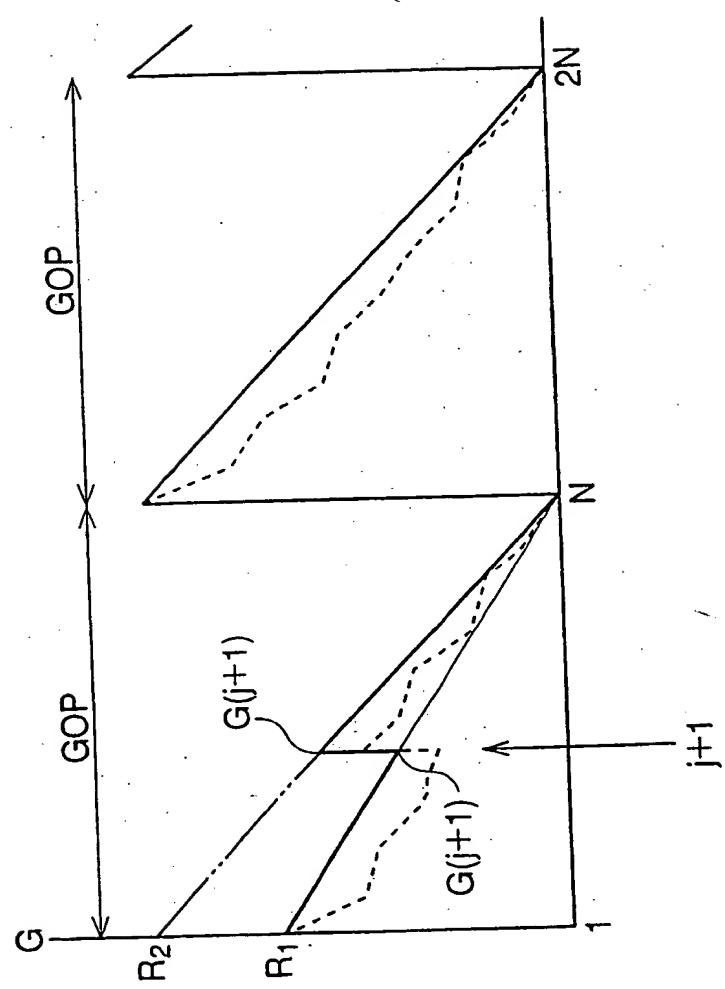


FIG.24

25/28

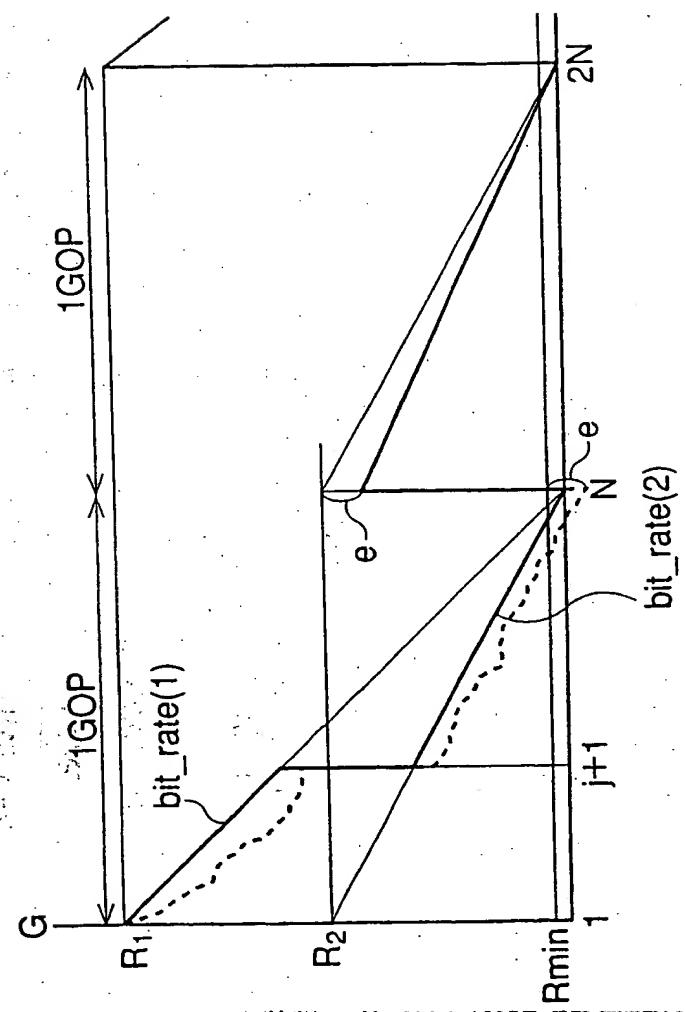


FIG.25

26/28

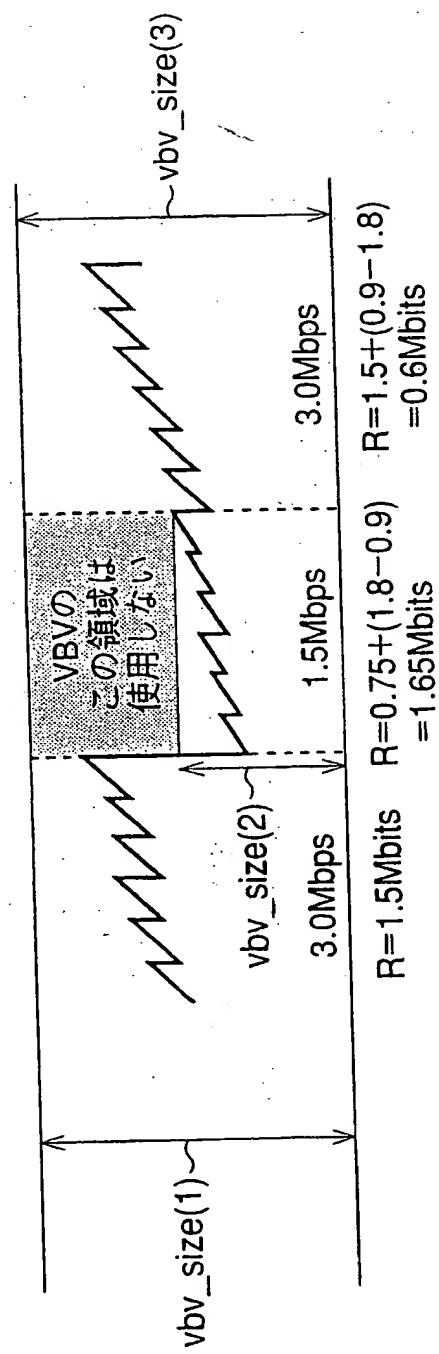


FIG.26

27/28

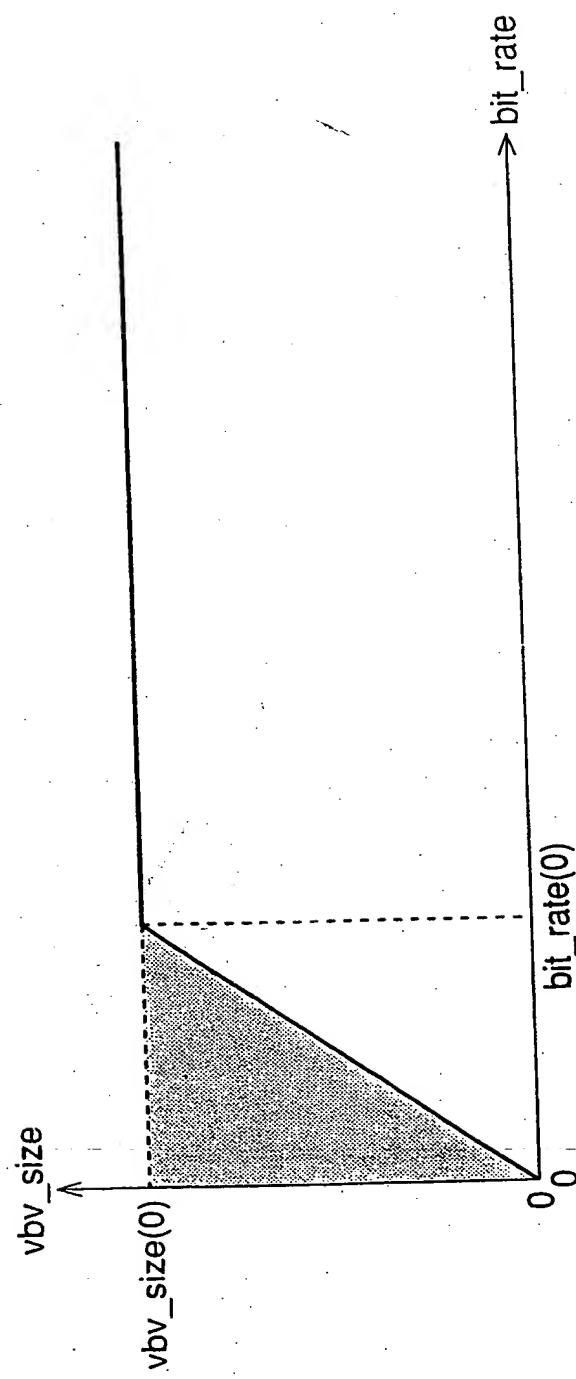


FIG.27

28/28

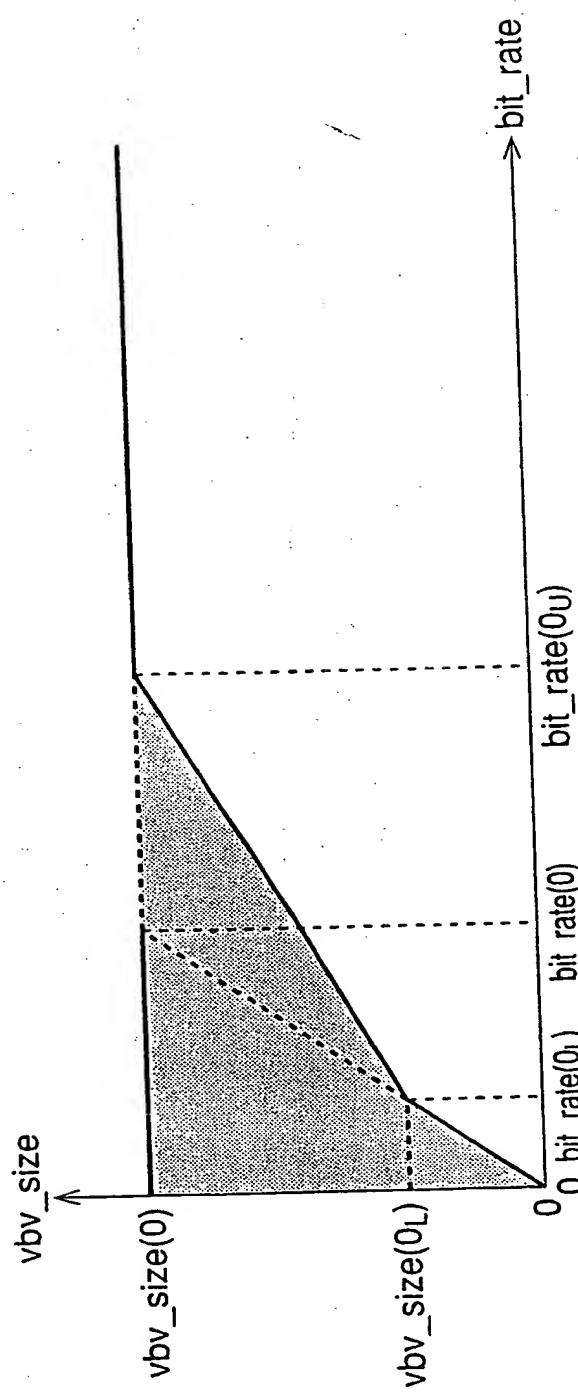


FIG.28

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP98/05552

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>6</sup> H04N7/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>6</sup> H04N7/24-7/68Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1957-1999  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1975-1999

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 58-145284, A (Fujitsu Ltd.), 30 August, 1983 (30. 08. 83) (Family: none)	1-19
A	Hiroshi Yasuda, Hiroshi Watanabe, "Digital gazou asshuku no kiso", Nikkei BP Shuppan Center, 20 January, 1996 (20. 01. 96) p.196-200	1-19

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

Special categories of cited documents:	
"A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E"	earlier document but published on or after the international filing date
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&"	document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
1 March, 1999 (01. 03. 99)Date of mailing of the international search report  
9 March, 1999 (09. 03. 99)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int. Cl. H04N7/26

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int. Cl. H04N7/24-7/68

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1957-1999年

日本国公開実用新案公報 1975-1999年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリ--*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P, 58-145284, A (富士通株式会社) 30. 8月. 1 983 (30. 08. 83) (ファミリーなし)	1-19
A	安田浩, 渡辺裕著「ディジタル画像圧縮の基礎」日経BP出版センター, 20. 1月. 1996 (20. 01. 96) p. 196-2 00	1-19

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
- 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

- 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
- 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
- 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
- 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 01. 03. 99	国際調査報告の発送日 09.03.99
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 國分 直樹 印 5C 9070

電話番号 03-3581-1101 内線 3542

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.